1. INTRODUCCION Y PRESENTACION

El presente informe resume las diferentes actividades realizadas por INVESTIGACIONES GEOTECNICAS LTDA para dar cumplimiento con el contrato No. 1314 - 101/97 celebrado con el Fondo para la Prevención y Atención de Emergencias del Distrito Capital y denominado **"Zonificación de Riesgo por Remoción en masa de 101 Barrios de la Localidad de Usme".**

Actualmente el Departamento Administrativo de Planeación Distrital DAPD y las demás entidades del Distrito Capital están desarrollando el proyecto de legalización de barrios ubicados en áreas suburbanas, para ampliar la cobertura de los diferentes servicios públicos, en el cual la UPES tiene como responsabilidad emitir el concepto técnico del grado y tipo de riesgo de los diferentes barrios a legalizar. Para cumplir con este compromiso, la UPES realizó una serie de contratos de consultoría, de los cuales este estudio hace parte.

Los procesos de urbanización en la localidad de Usme han sido muy dinámicos en los últimos años debido a la oferta de vivienda de interés social y al loteo de áreas urbanas alrededor de estas. Las familias que conforman esta localidad provienen de otros barrios del distrito o de fuera de él, teniendo en común el pertenecer a sectores de bajos ingresos que ven una posibilidad de obtener vivienda y costos bajos en los servicios públicos. Todo lo anterior ha dado lugar al surgimiento de 202 barrios, de los cuales 108 se encuentran en proceso de legalización.

Al igual que en otras localidades del sur del Distrito Capital, Usme aporta mano de obra barata, materiales para la construcción (ladrillos, tubos, tejas, grava, gravilla, etc.) y artículos elaborados en microempresas. Sin embargo el nivel de vida de los pobladores es bajo o muy bajo, debido a la precariedad de los servicios públicos (salud, vivienda, agua, educación, recreación).

Las actividades programadas para el desarrollo de este estudio fueron:

1. Recopilar, analizar y seleccionar la información técnica, cartográfica y fotográfica que existe de la localidad de Usme.

2. Obtención de información primaria por medio de fotointerpretación y trabajo de campo.

3. Procesamiento y análisis de la información primaria y secundaria.

4. Uso de la herramienta del sistema de información geográfica (SIG) para la integración y combinación de los mapas temáticos utilizados en los análisis de amenaza, vulnerabilidad y riesgo.

5. Evaluación de las alternativas de mitigación del riesgo y generación de recomendaciones para la toma de decisiones.

6. Elaboración del informe final.

1.1 OBJETIVOS DEL ESTUDIO

Realizar la zonificación de riesgo por fenómenos de inestabilidad del terreno con el fin de fundamentar la legalización de los barrios de la localidad de Usme.

Proponer acciones y/o un diseño funcional de obras de prevención y mitigación que garanticen la reducción del riesgo, estableciendo prioridades de tratamiento.

Identificación y delimitación del área en riesgo.

1.2 MARCO LEGAL

El presente estudio tiene como marco normativo general la ley 9 de 1989 o Ley de Reforma Urbana en sus artículos 2, 8, 10, 39, 70 ,67 sobre asentamientos humanos en zona de riesgos, reubicación y renovación urbana. En lo referente a prevención de amenazas naturales, la Ley 388 de 1997 establece normas para el ordenamiento del territorio y determina que en los planes de Ordenamiento Territorial se deberá tener en cuenta lo relacionado con la conservación y la protección del medio ambiente, así como de los recursos naturales, la prevención de amenazas y los riesgos naturales. El Sistema para Prevención y Atención de Desastres fue creado por decreto 919 de 1989 de la Presidencia de la República quien organizó y determinó la obligación de las entidades encargadas de la prestación de servicios públicos, de realizar análisis de vulnerabilidad y tomar medidas de protección contra desastres.

A nivel Distrital, el decreto 652 de 1990 de la Alcaldía de Bogotá, reglamentó el Fondo de Emergencias de Bogotá D.C. (FOPAE) y le asignó entre otras responsabilidades, la de prestar apoyo económico para la prevención y atención de emergencias y calamidades.

El acuerdo No. 11 de 1987 del Concejo Distrital creó el Fondo para la Prevención y Atención de Emergencias en el Distrito Especial, cuyo objeto es la financiación de programas de prevención de desastres. Dicho Acuerdo también creó la oficina coordinadora para la Prevención y Atención de Emergencias y le asignó como funciones, entre otras, las de

coordinar las acciones de prevención y atención de emergencias, así como adelantar estudios para la atención de las mismas.

Con el Decreto No. 485 de 1996 de la Alcaldía Mayor de Santa Fe de Bogotá, se determinó la estructura interna y las funciones de las dependencias de la Secretaria de Gobierno, y entre ellas las Unidad de Prevención y Atención de Emergencias.

El Decreto No. 657 de 1994 de la Alcaldía Mayor de Santa Fe de Bogotá, determinó que la Oficina para la Prevención y Atención de Emergencias de Santa Fe de Bogotá debe ser el ente que emita, a solicitud de las entidades Distritales, el concepto técnico sobre riesgos de tipo geológico, hidráulico o eléctrico existentes en la ciudad e informe sobre las zonas bajo riesgo para que no se permita su urbanización.

Además, en lo referente a desarrollo urbano, existe el Acuerdo No. 6 de 1990 del Concejo de Bogotá, Estatuto para el ordenamiento físico del Distrito Especial de Bogotá, el cual determina la forma de legalización de asentamientos humanos.

1.3 FUNCIONES DE LA UPES

Después de los problemas surgidos a finales de los años 80 en el Distrito Capital por los desbordamientos de varias quebradas, caños y la pérdida parcial o total de viviendas por la activación de fenómenos de remoción en masas, se creó la Oficina para la Prevención y Atención de Emergencias OPES quien lideró la prevención y atención de emergencias. Con el decreto No. 485 de 1996 se dio un paso para proporcionar mayores recursos humanos y materiales a esta institución, cambiando el nombre por el de Unidad para la Prevención y Atención de Emergencias -UPES-.

El objetivo de la UPES es planificar, dirigir, coordinar y controlar las actividades técnicas, administrativas, financieras y operativas que debe adelantar el Distrito capital para la prevención, atención de situaciones de desastre, calamidad o emergencia de carácter Distrital y administrar los recursos del Fondo para la Prevención y Atención de Emergencias (FOPAE).

Las funciones de la UPES son :

- Planificar, coordinar, supervisar y evaluar la gestión del Sistema Distrital para la Prevención y Atención de Emergencias.

- Programar y combinar el cumplimiento de los objetivos del FOPAE y el manejo e inversión de sus recursos.

- Coordinar y planear las acciones interinstitucionales para la formulación, ejecución y elaboración del Plan Distrital de Prevención y atención de Emergencias y el Sistema Distrital de Prevención y Atención de Emergencias.

- Adelantar estudios sobre amenazas, identificación y análisis de vulnerabilidad y evaluación del riesgo.

- Coordinar los sistemas y programas Distritales de información y documentación, comunicaciones, centros de reserva, monitoreo y vigilancia.

- Promover la incorporación y fomento de la temática de prevención en los programas curriculares de educación formal y no formal, planes escolares de prevención, formular y adelantar programa de capacitación institucional y comunitaria, y de información y divulgación masiva.

- Asesorar y coordinar la formulación y ejecución de planes, programas y proyectos locales de contingencia, y de prevención y atención de emergencias.

1.4 ALCANCE DEL ESTUDIO

El estudio realizo una zonificación de riesgos por remoción en masa a escala 1:5.000 de los barrios pendientes de legalización, en la localidad de Usme. La amenaza utilizada para la zonificación del riesgo fue trabajada a escala 1:10.000 y cubrió toda el área de estudio. La vulnerabilidad fue trabajada a escala 1:5.000.

Para la determinación de las zonas de riesgo se siguieron las definiciones dadas por la UPES que a continuación se describen:

Zonas de riesgo alto no mitigable: Aquellas donde las obras de mitigación son más costosas y complejas que llevar a cabo la reubicación de las viviendas involucradas.

Zonas de riesgo alto mitigable: Corresponde a diferentes zonas, en las cuales la inestabilidad es controlable a través de obras de mitigación con un costo razonable y sin necesidad de reubicar viviendas.

Zonas de riesgo medio: Son extensiones del terreno, en las cuales los fenómenos de inestabilidad pueden ser controlados con obras de mitigación sencillas, que garanticen la seguridad de las viviendas ubicadas en el área de influencia de los fenómenos.

Zonas de riesgo bajo: Donde solo se requieren medidas mínimas de prevención y/o de control.

1.5 PRESENTACION DEL INFORME

Con el propósito que los ejecutivos puedan tener una idea completa de la situación actual de la localidad de Usme frente a la amenaza por fenómenos de remoción en masa, se ha organizado el presente informe en 9 capítulos y 7 anexos distribuidos así:

CAPITULO 1. INTRODUCCION Y PRESENTACION

En este capítulo se describen los objetivos, las actividades realizadas, el marco legal y el alcance para este estudio y la presentación del mismo.

CAPITULO 2. LOCALIZACION Y DESCRIPCION DEL PROBLEMA

Presenta la localización del área de estudio y de interés, la información empleada y la forma como se aplicaron los aspectos físicos y socioeconómicos.

CAPITULO 3. MARCO TEORICO Y METODOLOGIA

Describe el marco conceptual y metodológico con el cual se desarrollo este estudio, señalándose los parámetros utilizados en el análisis del riesgo y las herramientas empleadas.

CAPITULO 4. EVALUACION DE LA AMENAZA

Presenta una descripción de la forma como se obtuvieron las variables y los parámetros utilizados para hallar la amenaza. Además plantea el modelo matemático utilizado y la conceptualización de los modelos y submodelos aplicados para desarrollar el SIG.

CAPITULO 5. ANALISIS DE VULNERABILIDAD

Describe la manera como se obtuvieron las variables y los parámetros utilizados para hallar la vulnerabilidad física, humana y de líneas vitales.

CAPITULO 6. EVALUACION DEL RIESGO

Define la metodología empleada para estimar el grado de los daños de los elementos que están en las áreas donde se pueden presentar fenómenos desastrosos y donde la resistencia de estos es baja.
CAPITULO 7. MITIGACION Y RECOMENDACIONES

Presenta las alternativas de mitigación para las zonas en riesgo mitigable y los posibles usos del suelo para las zonas de riesgo alto no mitigable. Además presenta algunas recomendaciones generales para mitigar la amenaza donde el factor más importante es el antrópico.

CAPITULO 8. CONCLUSIONES

Se enumeran las principales conclusiones generadas del estudio.

CAPITULO 9. RECOMENDACIONES

Se plasma en forma espacial las recomendaciones para la localidad de Usme de acuerdo con el mapa de probabilidad de falla.

ANEXOS

ANEXO A1. GEOLOGIA Y GEOMORFOLOGIA.

ANEXO A2. HIDROGRAFIA Y CLIMATOLOGIA.

ANEXO A3. USO ACTUAL DEL SUELO Y COBERTURA VEGETAL.

ANEXO A4. FACTOR ANTROPICO.

ANEXO A5. GEOTECNIA.

ANEXO A6. ESTUDIO SOCIOECONOMICO.

ANEXO A7. BIBLIOGRAFIA.

CAPITULO 1

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCION Y PRESENTACION. 1
1.1 OBJETIVOS DEL ESTUDIO. 2
1.2 MARCO LEGAL. 2
1.3 FUNCIONES DE LA UPES. 3
1.4 ALCANCE DEL ESTUDIO. 4
1.5 PRESENTACION DEL INFORME. 5

2. LOCALIZACION Y DESCRIPCION DEL PROBLEMA

2.1. LOCALIZACION DEL AREA DE ESTUDIO

El área de estudio se encuentra localizada en la parte sur de Santa Fe de Bogotá D.C., abarcando un área de 34,42 Km^2 que corresponde a la Localidad 5 o de Usme. El área de estudio limita por el norte con los Barrios La Paz y Palermo de la Localidad 18 (Rafael Uribe Uribe), por el oriente con el Barrio Juan Rey de la Localidad 4 (San Cristóbal) y los Cerros El Zuque y La Teta, por el sur con la zona rural de la Localidad de Usme y por el occidente con la Localidad 19 (Ciudad Bolívar) y el Río Tunjuelo. (*Ver FIGURA No. 2.1)*.

El polígono que encierra el área de estudio se encuentra dentro de las coordenadas (origen Bogotá):

N 994.500	N 986.000
E 994.500	E 1100.000

Las principales vías de acceso a la localidad se restringen a la Avenida Boyacá, Carretera a Villavicencio, Avenida Caracas y la Avenida Usme. En los barrios legalizados las vías internas se encuentran, en un gran porcentaje, pavimentadas en contraste con los de los barrios sin legalizar.

El área se encuentra en la parte media de la vertiente oriental de la cuenca del Río Tunjuelo. Incluye las subcuencas De Fucha, Yomasa, Santa Librada y La Olla del Ramo. Sus condiciones orográficas y climáticas hacen de ésta una zona seca, de topografía ondulada a quebrada. La precipitación anual promedio es de 752 mm y la temperatura promedio es de 12 grados centígrados.

A pesar de la intensidad de los procesos de urbanización la mayor parte del área es rural y en algunos barrios se mezclan con lo urbano. Existen áreas con cultivos de papa, arveja, maíz, haba, pastos naturales y bosques, generando una diversidad de paisajes .

2.2 LOCALIZACION DE AREAS INTERES

Los 101 barrios sin legalizar están distribuidos en 4 sectores (*Ver FIGURA No. 2.2)* según el Departamento Administrativo de Planeación Distrital - DAPD - de la siguiente manera :

Sector 1

Comprende 12 barrios localizados por encima del Parque ENTRENUBES, distribuidos en la parte superior e inferior de la vía al Llano. En la *TABLA No. 2.1* se nombran los barrios que contemplan dicho sector. Estos barrios se caracterizan por estar a más de 3.000 metros de altura sobre el nivel del mar, con clima de subpáramo.

TABLA No. 2.1 BARRIOS DEL SECTOR 1

NUMERACION	NOMBRE DEL BARRIO
1	LA FLORA
2	COSTA RICA
3	BUENOS AIRES
4	DOÑA LILIANA
5	SAN PEDRO
6	VILLA DIANA
7	TIHUAQUE
8	VILLA ROSITA
9	JUAN JOSE RONDON I
10	JUAN JOSE RONDON II
11	ARRAYANES
12	EL BOSQUE km. 11

Sector 2

La gran mayoría de los barrios del sector 2 se encuentran en zonas que han sido sometidas a la extracción de materiales, para la construcción y sólo unos pocos no tienen servicios públicos. Algunos se encuentran ubicados en zonas de muy alta pendiente (como los barrios Alaska y Porvenir), con alturas que varían entre 2550 y 2800 m.s.n.m. (*Ver TABLA No. 2.2)*.

TABLA No. 2.2 BARRIOS DEL SECTOR 2

NUMERACION	NOMBRE DEL BARRIO
1	SAN MARTIN
2	SAN IGNACIO
3	LA MORENA II
4	LA FISCALA NORTE
5	LA MORENA I
6	FISCALA II
7	EL PORVENIR II
8	FISCALA LOTE 16 Y 16A
9	ALASKA
10	DUITAMA
11	NEVADO
12	EL PEDREGAL

TABLA No. 2.2 BARRIOS DEL SECTOR 2
(Continuación)

NUMERACION	NOMBRE DEL BARRIO
13	EL REFUGIO II
14	VILLAS DE SANTA ISABEL
15	ARIZONA
16	EL CURUBO

Sector 3

Comprende 35 barrios de la parte central de la Localidad de Usme y se encuentran delimitados en su parte norte por la Quebrada Bolonia, por el oriente con el parque ENTRENUBES y por el sur y el occidente con la nueva vía al llano. Esta zona se caracteriza por carecer de servicios básicos y por presentar eventos de remoción en masa. En la *TABLA No. 2.3* se enumeran los barrios del sector

TABLA No. 2 3 BARRIOS DEL SECTOR 3

NUMERACION	NOMBRE DEL BARRIO
1	COMPOSTELA I
2	COMPOSTELA II
3	COMPOSTELA III
4	COMPOSTELA IV
5	LA ESPERANZA - YOMASITA
6	SAN ANDRES DE LOS ALTOS
7	EL MIRADOR - EL ROSAL
8	BULEVAR DEL SUR
9	CHAPINERITO
10	EL BOSQUE
11	SAN ISIDRO
12	ALTO DE LOS PINOS
13	SAN FELIPE
14	LA REFORMA
15	CASA LOMA
16	SIERRA MORENA
17	EL PARAISO
18	EL NUEVO PROGRESO
19	LA ALBORADA
20	EL PROGRESO
21	BUENOS AIRES
22	VILLA HERMOSA
23	ORQUIDEA I SECTOR
24	ORQUIDEA II SECTOR
25	PORTAL DE LA VEGA
26	NUEVO PORTAL
27	NUEVO PORVENIR

TABLA No. 2 3 BARRIOS DEL SECTOR 3

(Continuación)

NUMERACION	NOMBRE DEL BARRIO
28	EL TRIANGULO
29	PORTAL DEL ORIENTE
30	PORTAL II
31	UVAL II
32	LOTE DEL MATADERO
33	PUERTA AL LLANO
34	EL REFUGIO I Y II
35	EL PORTAL DEL DIVINO

Sector 4

Comprende 38 barrios localizados en la parte suroccidental de la zona urbana de la localidad de Usme, entre el Río Tunjuelo y la nueva autopista al llano. Los barrios agrupados en este sector se encuentran a una altura media de 2750 m.s.n.m., y la gran mayoría cuenta con los servicios básicos. La *TABLA No. 2.4* presenta los barrios que comprenden este sector.

TABLA No. 2.4 BARRIOS DEL SECTOR 4

NUMERACION	NOMBRE DEL BARRIO
1	MONTEVIDEO
2	CHICO SUR I
3	CHICO SUR II
4	CHARALA
5	LAS MERCEDES
6	BELLAVISTA I, II
7	BELLAVISTA ALTA
8	EL VIRREY Y ULTIMA ETAPA
9	COMUNEROS
10	EL MANANTIAL
11	BRAZUELO
12	BRAZUELOS - LA ESMERALDA
13	BRAZUELOS - LAS FLORES
14	BRAZUELOS - EL PARAISO
15	BRAZUELOS - LA ESPERANZA
16	EL MORTIÑO
17	VILLA ISRAEL I
18	VILLA ISRAEL II
19	VILLA ALEMANIA I
20	VILLA ALEMANIA II
21	SAN LUIS
22	EL ESPINO
23	BOSQUE DEL LIMONAR
24	VILLA ANITA SUR
25	ANTONIO JOSE DE SUCRE III
26	EL PEDREGAL DEL SUR

TABLA No. 2.4 BARRIOS DEL SECTOR 4
(Continuación)

NUMERACION	NOMBRE DEL BARRIO
27	EL TUNO
28	BRISAS DEL LLANO
29	UVAL
30	EL SALTEADOR
31	LA HUERTA
32	EL OASIS
33	LA MARIA
34	EL RUBY
35	LA ESMERALDA
36	EL BRILLANTE
37	LA ESPERANZA km. 10
38	BRISAS

2.3 INFORMACION EMPLEADA

2.3.1. Técnica

La información utilizada en este estudio fue obtenida de las entidades distritales como el DADP, Catastro, Empresa de Acueducto y Alcantarillado, Empresa de Energía, y de organismos de carácter nacional como Ingeominas, la Universidad Nacional de Colombia y el IGAC. Toda está documentación fue evaluada y organizada según los diferentes temas.

Partiendo de la información secundaria se levantó y actualizó la información faltante elaborándose estudios específicos sobre Hidrografía, climatología, Geología, Geomorfología, Uso del Suelo, Cobertura Vegetal, Análisis Socioeconómicos y la cartografía para cada uno de ellos.

A continuación se reseñan los estudios anteriores en la localidad de Usme:

- **EVALUACIÓN GEOLOGICA Y GEOMORFOLOGICA DE LA URBANIZACIÓN SANTA MARTA USME" FRANCO RODOLFO - UPES, 1996.**

  Este estudio fue realizado en el sector 3, entre los Barrios Compostela, Yomasita y El Mirador - El Rosal y tuvo como objetivo hacer una evaluación geológica para recomendar aspectos a tener en cuenta en el diseño de la urbanización. El estudio se realizó a escala 1:1.000, se cartografianron 5 tipos de depósitos cuaternario y se definió el comportamiento geotécnico haciéndose las recomendaciones para cada tipo de unidad.

- **"ESTUDIO GEOTÉCNICO BARRIO LA FISCALA ALTA Y EL PEDREGAL" DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO DE PLANEACION DISTRITAL. INGEOMINAS.**

El Pedregal es uno de los barrios a legalizar del sector 2. El estudio está realizado a escala detallada (1:1000) y tiene un alcance de diseño de obras de mitigación de la amenaza. Los estudios de geología, geomorfología, caracterización del subsuelo y el análisis de estabilidad, son buenos aportes del estudio en la etapa de mitigación de amenazas y riesgos.

- **"ESTUDIO GEOTÉCNICO BARRIO VOZ DE ALERTA" DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO DE PLANEACION DISTRITAL. INGEOMINAS.**

  El Barrio Voz de Alerta se encuentra próximo a La Fiscala Alta del sector 2. Aunque los movimientos de masa se presentan sobre "depósitos de estériles", el estudio hace un análisis de el macizo rocoso y las condiciones de estabilidad de éste, que pueden ayudar a inferir la estabilidad de las zonas de canteras, tipo de explotación característica de esta zona y verificar si las medidas correctivas propuestas pueden ser retomadas o adecuadas para la zona de canteras de la Fiscala.

- **"EVALUACION PRELIMINAR DE SUSCEPTIBILIDAD Y AMENAZA EN LAS LOCALIDADES DE CIUDAD BOLIVAR, RAFAEL URIBE URIBE, USME, SAN CRISTOBAL DE SANTA FE DE BOGOTA, D.C". DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO DE PLANEACION DISTRITAL. INGEOMINAS.**

  El estudio se elaboró a escala 1:25.000 y cubre solo un 40% del área de la localidad de Usme. Aplica la metodología elaborada por Fernando Ramírez con adaptaciones para el área urbana. Fue utilizado como referencia, para el presente trabajo.

- **"MICROZONIFICACION SISMICA DE SANTA FE DE BOGOTA" INGEOMINAS Y UNIVERSIDAD DE LOS ANDES. UPES, 1997.**

  El estudio hace una evaluación de la amenaza sísmica regional y local para establecer la posibilidad de ocurrencia de un sismo desastroso. Se determinaron 3 fuentes (zona de subducción, la falla frontal de la Cordillera Oriental y sistema de fallas locales). Además hace un estudio del subsuelo para establecer la respuesta de los materiales y la ampliación de la aceleración por efectos topográficos. A partir de lo anterior se elaboró una microzonificación sísmica sobre la cual se determinó la vulnerabilidad y el riesgo por ocurrencia de sismos para Santa Fe de Bogotá.

- **"INVENTARIO DE PUNTOS CRÍTICOS EN LA LOCALIDAD DE USME", UPES 1997. ALFONSO B, NANCY.**

  Este estudio es una recopilación de las visitas y emergencias que se atendieron en los años 1996 y 1997 como parte de las funciones del consultor. De este informe se extrajeron los datos para el estudio de la relación lluvia-deslizamiento.

2.3.2 Cartografía

Información parcial cartográfica parcial fue suministrada por la UPES en forma digital del Mapa Digital de Catastro Distrital. La *FIGURA No. 2.3* muestra la distribución de las planchas utilizadas y digitalizadas por IGL.

Además se consultó la información disponible del IGAC de la cual se capturó información como drenajes, vías y curvas de nivel, que posteriormente sirvió para ser ensamblada a aquellos sectores de los cuales no se tiene información detallada. La *TABLA No. 2.5* resume la información, utilizada del IGAC y digitalizada por IGL. Completar la información altimétrica a escala 1 :10.000 fue indispensable para poder generar el MDT (modelo digital del terreno), el cual es básico para generar otros mapas que intervienen en el modelo del SIG utilizado en el presente estudio.

TABLA No. 2.5 PLANCHAS TOPOGRAFICAS - IGAC

SECTOR	ESCALA	PLANCHAS
1	1:2.000	*I-79, L-80, L-89 L-90, L-99, L-100, P-10
	1:5.000	80 – 88
	1:10.000	*246-II-B-4
2	1:2.000	*L-68, L-78, L-88, L-98
	1:5.000	80, 88
	1:10.000	*246-II-B-4
3	1:2.000	*L-98, L-99, P-8, P-9
	1:5.000	79 – 87
	1:10.000	*246-II-D-2
4	1:2.000	*L-97, P-7, P-17, P-27, P-37
	1:5.000	79, 87
	1:10.000	*246-II-D-2
5	1 :2.000	*P-9, P-10, P29, P-30, P-39, P-40, P-19, P-28, L-90, L-99, L-100

** PLANCHAS DIGITALIZADAS POR IGL.*

2.3.3 Aerofotografía

En cuanto a las fotografías aéreas se consultó la información del IGAC y la del DAPD, (*Ver FIGURA No. 2.4*). Del IGAC se consultaron las fotografías aéreas de los años 70 y 80 como se relaciona en la *TABLA No.2.6*. Las fotografías aéreas del DAPD fueron tomadas por la firma SADEC LTDA en 1996 a diferentes escalas. La *TABLA No. 2.7* resume las fotografías aéreas de SADEC utilizadas en el estudio.

TABLA No. 2.6 RELACION DE VUELOS DEL IGAC, UTILIZADOS EN EL ESTUDIO

VUELO	SOBRES	AÑO	FOTOS	ESCALA
C-1737	28733	1977	71-82	1 : 15000
C-2161	32441	1984	144-152	1: 10000
C-2168	32137	1986	106-110	1 :8000
C-1737	22840	1978	41-49	1: 5800
C-1737	22620	1978	77-82	1: 7250
C-1728	28672 B	1977	77-79	1:20.200

TABLA No. 2.7 RELACION DE VUELOS DE SADEC. S.A, UTILIZADOS EN EL ESTUDIO

VUELOS	FOTOGRAFIAS UTILIZADAS	ESCALA
F 3	141, 142, 143	1 :30.300
F 4	110, 111, 112	1 :30.000
F 6 s	1674	1 : 5.000
F 7 s	1900 - 1.903	1 : 5.000
F 8 s	1634	1 : 5.000
F 8-9 s	1923,1925,1927	1 : 5.000
F 9 s	1607 – 1609	1 : 5.000
F 10 s	1551, 1553, 1154, 1555	1 : 5.000
F 11 s	1523, 1525	1 : 5.000
F 12 s	1485, 1495,1496,1498,1499	1 : 5.000
F 13 s	1040	1 : 5.000

La *TABLA No. 2.8* relaciona las fotografías aéreas proporcionadas por la UPES que fueron utilizadas en la fotointerpretación del sector occidental del área de estudio. Dichas fotografías las tomo la firma IFL en octubre de 1997.

TABLA No. 2.8 VUELOS DE IFL UTILIZADOS EN EL ESTUDIO

VUELO	FECHA	FOTOS	ESCALA
183	04/10/97	252-258	1 :12.000
183	09/28/97	497 - 505	1 : 5.000

2.4 ASPECTOS FISICOS

En este numeral se describen las características físicas del área de estudio y la aplicación o actualización dada a cada aspecto temático, que se extrajo de los diversos estudios realizados.

Como se menciono en el *CAPITULO 1*, los detalles de la información base del presente estudio se consignó en anexos para los técnicos interesados en profundizar en el tema de su interés. Para los técnicos ejecutivos que necesitan tener una idea completa del estudio sin entrar en detalles se elaboraron estos capítulos donde se muestra la aplicación de cada aspecto temático.

2.4.1. Geología

Para este tipo de estudios la geología juega un papel importante en la determinación de áreas de mayor o menor probabilidad de que ocurra un fenómeno de remoción en masa. En el *ANEXO No. 1* se hace una descripción completa de la estratigrafía, la geología estructural y la evolución geológica.

Las unidades geológicas cartografiadas (*Ver PLANO No. 1)* se agruparon según sus características litoestratigráficas, de esta manera algunas formaciones fueron subdividas en varios niveles como las Formaciones Usme y La Regadera. Las formaciones que intrínsecamente tienen mayor susceptibilidad a originar fenómenos de remoción en masa por sus características físicoquímicas y diagenéticas son las formaciones Guaduas y Bogotá.

Los depósitos consolidados y no consolidados que reposan sobre las unidades de roca son en términos generales, los que presentan una mayor susceptibilidad a desplazarse, por ello fué importante identificar, zonificar y evaluar cada uno de ellos. En la zona se identificaron ocho (8) Unidades del cuaternario: Formación Tilatá, Depósitos Fluvioglaciares, Conos del Tunjuelo, Depósitos de Terraza, Fluviocoluvial, Depósitos de Planicie, Depósitos Ladera y Depósitos de Ceniza.

En la zona los materiales con mayor susceptibilidad a sufrir la erosión y fenómenos de remoción en masa por sus características físicoquímicas y diagenéticas son los Depósitos Fluvioglaciares, de Ladera y la Formación Tilatá.

De acuerdo con las características petrofísicas de cada una de las unidades cartografiadas se clasificaron las rocas según su coeficiente de porosidad y permeabilidad. La clasificación fue utilizada para inferir el grado de infiltración de la precipitación y la tabla de agua.

Con la identificación de las fallas y las estructuras plegadas se determinaron áreas donde el macizo se encuentra más afectado, contribuyendo al análisis sobre la influencia de las

discontinuidades en las características geomecánicas. Los valores de rumbo y buzamiento de los estratos fueron utilizados para determinar las condiciones de favorabilidad de la relación de la posición de los estratos vs la orientación e inclinación de las laderas (*Ver CAPITULO 4*).

2.4.2 Geomorfología

La geomorfología de un área refleja la historia y el presente de la acción de los diferentes agentes que actuaron o actúan sobre la superficie moldeándola y dejando formas de relieve como testimonio de su paso por ella. La diferenciación de unidades geomorfológicas y la identificación de las áreas de mayor dinamismo fueron fundamentales para el ajuste de los modelos matemáticos utilizados para la probabilidad que se presenten fallas en los taludes y laderas naturales. (*Ver CAPITULO 4.)*

En el *ANEXO No. 1* (Geología y Geomorfología) se describen las diferentes unidades morfológicas y los tipos de procesos denudativos presentes. En el *PLANO No. 2* se aprecia la disposición geográfica de cada una de las geoformas y procesos denudativos. En resumen, en la zona se diferencian, de acuerdo con su génesis, áreas con pendientes suaves correspondientes a las zonas de los depósitos recientes, área de laderas escarpadas y valles agudos de la Formación Regadera, áreas onduladas de la Formación Bogotá y Guaduas, y áreas de frentes estructurales del Grupo Guadalupe.

A partir del mapa geomorfológico se elaboró el mapa de áreas dinámicas. El primero de estos se utilizó en la corroboración y ajustes del factor de seguridad en condiciones normales. El segundo se empleó para el ajuste del mapa de amenaza.

El mapa geomorfológico subdivide en 5 grandes grupos las diferentes geoformas según su origen, (estructural, fluvial, mixto, denudativo y antrópico). Cada una de ellas a su vez fueron subdivididas según el tipo de perfil (plano, cóncavo o convexo). *(Ver PLANO No. 2)*.

El mapa de áreas dinámicas *(Ver FIGURA No. 2.5)* clasificó los procesos en antiguos, nuevos, y según el tipo de fenómeno presente (caídas de roca, cárcavas, deslizamientos, reptación de laderas). (*Ver CAPITULO 4)*.

2.4.3. Climatología

Las características climatológicas del área de estudio (*Ver ANEXO No. 2)* se utilizaron para la evaluación de la amenaza, en lo referente a los patrones de distribución de la precipitación, el volumen de infiltración de esta, los valores máximos de la precipitación en 24 horas en

diferentes tiempos de retorno, la relación lluvia-deslizamiento. Conociendo la época en que se presentaron fenómenos de remoción en masa se analizaron los datos de lluvia durante el mes inmediatamente anterior a la ocurrencia del fenómeno.

Con esta información se hizo un análisis de la lluvia diaria acumulada a la fecha del evento. Durante el análisis se observó que para que ocurra el evento se necesitan 15 días de acumulación en los cuales deberán caer 78.8mm. *(Ver ANEXO No. 2 parágrafo 2.4.2).* Con esta última información se evaluó la incidencia de la precipitación como agente detonante y preparador de las condiciones de inestabilidad. *(Ver CAPITULO 4)*.

En síntesis, la zona se caracteriza por tener una precipitación promedio anual de 751.8 mm y una temperatura de 12°C. La precipitación varía de forma unimodal a bimodal del suroriente del área al noroccidente de ésta, lo cual incidió en la zonificación de la amenaza.

La información climatológica fue importante para inferir junto con la topografía, la vegetación, la porosidad y la permeabilidad del material, la tabla de agua en la localidad de Usme.

2.4.4. Uso actual del suelo y cobertura vegetal

La utilización de un área para un determinado uso ya sea, agrícola, reserva forestal, ganadería, urbano o industrial extraído, modifica o conserva las condiciones naturales de estabilidad, influye en la aceleración de los procesos erosivos y amplía el radio de acción de los fenómenos de remoción en masa. (*Ver ANEXO No. 3)*. Este estudio se utilizó en dos etapas; la primera, en la determinación del grado de infiltración de las aguas lluvias dentro del subsuelo y, en la segunda, en la evaluación del papel de la cobertura vegetal en la protección de los taludes.

El proceso y los valores utilizados en las dos etapas se encuentran explicados en el *CAPITULO 4*; la distribución geográfica del uso del suelo de la cobertura vegetal, se puede apreciar en el *PLANO No. 4*.

2.4.5 Geotécnia

La determinación del comportamiento geotécnico de los diferentes materiales presentes en el área (*Ver ANEXO No. 5*) se enfocó desde dos aspectos: Determinación de las características geomecánicas de las diferentes unidades de roca y suelo y determinación de la resistencia al corte de los materiales involucrados en áreas inestables. Se obtuvieron 69 muestras para realizar ensayos de laboratorio. En campo se realizaron 140 pruebas in situ y se describieron alrededor de 30 puntos.

Las características geomecánicas y la fotointerpretación detalladas a escala 1:5.000, permitió elaborar el mapa geotécnico que contiene la clasificación de las unidades de roca y suelo según su comportamiento geomecánico (*Ver PLANO No. 3*).

Con los resultados de las pruebas en campo, el análisis de laboratorio y con los valores obtenidos de la literatura para materiales de características similares, se establecieron rangos para el coeficiente de fricción, la cohesión, el peso unitario y la gravedad específica. Estos rangos se utilizaron para la determinación del promedio del factor de seguridad. *(Ver CAPITULO 4)*.

2.5. ASPECTOS SOCIOECONOMICOS

El proceso de urbanización y el desarrollo de comunidades en un sitio determinado, influye en la transformación del medio ambiente. Este impacto del medio ambiente está condicionado al nivel de desarrollo, a la apropiación de las tecnologías y a las condiciones sociales y económicas de las comunidades.

El análisis socioeconómico ayudó a determinar la vulnerabilidad del área de estudio y a balancear la capacidad de resistencia y de resilencia de las comunidades ante un fenómeno desastroso.

En el *ANEXO No. A6* se presenta el estudio socioeconómico general de la zona y un estudio detallado en áreas de amenaza alta donde se evalúo: La composición de la familia, nivel de educación, presencia y calidad de los servicios básicos, infraestructura social, características de la vivienda y percepción de la amenaza.

Para la evaluación de la vulnerabilidad humana se tomaron los aspectos de equipamiento, organización comunitaria y capacidad de respuesta, en el *CAPITULO 5* se explica como se analizó esta variable.

En síntesis la localidad de Usme posee 202 barrios, de los cuales 94 están legalizados y los otros se encuentran en proceso de legalización.

Aunque el municipio de Usme fue anexado en el gobierno de Rojas Pinilla al Distrito, es en los últimos 15 años donde han surgido la mayoría de los barrios allí presentes. Paradójicamente el interés de anexar el municipio al distrito fue el de garantizar el recurso hídrico para Santa Fe de Bogotá, pero es precisamente en esta localidad donde se han presentado los mayores racionamientos de agua potable para la población.

Según el censo de población elaborado por el DANE en 1993, la localidad de Usme contaba con una población de 199.461 habitantes que ha aumentado en 1997 a 222.915 (según el

DAPD), donde la mayor parte de la estratificación socioeconómica de los barrios incluye solamente los estratos 1 y 2. Existe un alto porcentaje de barrios sin servicios básicos como: acueducto, alcantarillado, salud y educación.

Los barrios existentes se pueden clasificar en: urbanizaciones planificadas de interés social (Valles de Cafam, Marichuela y Aurora), barrios sin planificar consolidados (Santa Librada, Santa Marta), barrios semiconsolidados (Comuna Alfonso López) y barrios en proceso de urbanización (Compostela).

Este proceso de urbanización desordenada y antitécnica es el mayor preparador para que ocurra un fenómeno de remoción en masa. En forma general el área estudiada presenta pocos sectores susceptibles a la remoción en masa de acuerdo con las condiciones naturales. Por lo tanto, el principal causante de los fenómenos de inestabilidad en el área es el hombre, originando así movimientos desde puntuales y de menor magnitud hasta movimientos que involucran una gran masa y superficie.

CAPITULO 2

TABLA DE CONTENIDO

2. LOCALIZACION Y DESCRIPCION DEL PROBLEMA. 8

2.1. LOCALIZACION DEL AREA DE ESTUDIO. 8

2.2 LOCALIZACION DE AREAS INTERES. 8

2.3 INFORMACION EMPLEADA. 12

2.3.1. Técnica. 12
2.3.2 Cartografía. 14
2.3.3 Aerofotografía. 15

2.4 ASPECTOS FISICOS. 16

2.4.1. Geología. 16
2.4.2 Geomorfología. 17
2.4.3. Climatología. 17
2.4.4. Uso actual del suelo y cobertura vegetal. 18
2.4.5 Geotécnia. 18

2.5. ASPECTOS SOCIOECONOMICOS. 19

3. MARCO TEORICO Y METODOLOGIA

Los desastres de tipo natural ocurridos en los últimos 20 años en las naciones denominadas del tercer mundo han golpeado la frágil estructura social y económica de éstas. Aunque las amenazas que se presentan en estos países tienen menor intensidad y magnitud que en las naciones desarrolladas, las consecuencias son más severas y se tarda mucho tiempo en recuperar las condiciones anteriores al desastre. Una de las necesidades que tiene la comunidad internacional es la de fortalecer la resistencia y la resilencia de estas sociedades para que los efectos de este fenómeno no afecten los lazos que las unen en lo político y lo económico.

La disminución de las consecuencias que causan los desastres depende fundamentalmente del grado de desarrollo de estos países y de la eliminación de las barreras que impiden la planificación de una economía nacional.

La evaluación de una amenaza, cualquiera que sea, es el primer paso para determinar el grado de riesgo a que esta sometida la población, la infraestructura y el medio ambiente en un área determinada. El nivel de conocimiento que se logre de la amenaza permite evaluar los posibles riesgos y da la posibilidad de tomar medidas al respecto. Sin embargo, debido a que las relaciones entre los diferentes aspectos que intervienen en la ocurrencia de los fenómenos son complejas y a las limitaciones de los modelos matemáticos para corresponder a dicha complejidad, existe un margen de imprecisión en los resultados finales. Lo anterior obliga a considerar rangos amplios sobre los grados de riesgo, es decir tener un punto de vista más preventivo.

La evaluación de la amenaza es parte del *Análisis de Riesgo*, que a su vez es el soporte técnico para la prevención y atención de desastres. Es necesario que ésta evaluación esté enmarcada dentro de las necesidades que requiere un estudio que permita analizar la vulnerabilidad y estimar el riesgo de dicha amenaza. La evaluación de la amenaza debe contestar preguntas como: ¿Qué región o área geográfica será afectada por la ocurrencia de un fenómeno natural o antrópico?, ¿Qué características tiene este fenómeno, se presenta súbitamente o su comportamiento es lento?, ¿Según las condiciones actuales, en que tiempo podría presentarse si continúan o cambian las condiciones actuales?, ¿Cuáles son los agentes detonantes?, ¿Cuál es la susceptibilidad del macizo rocoso a la ocurrencia de fenómenos de inestabilidad?.

El análisis de vulnerabilidad es un proceso mediante el cual se determina el nivel de exposición y la predisposición a la pérdida de un elemento o grupo de elementos ante una amenaza específica. La severidad de los eventos está en relación directa con la capacidad que tengan los elementos involucrados en resistir la amenaza. El análisis de vulnerabilidad debe responder a las siguientes preguntas: ¿Cuales y que tanto se verán afectados: la población, las edificaciones, el medio ambiente, la economía y la infraestructura, si ocurre la amenaza?, ¿Los

daños presentados pueden ser fácilmente recuperados?. Existe alguna manera de mitigar la vulnerabilidad?.
La estimación del riesgo específico busca determinar las pérdidas esperadas en un período de tiempo que se puede expresar como una proporción del valor o costo de reemplazo de los elementos bajo riesgo.

3.1 CONCEPTOS

Para resolver los interrogantes de la evaluación de la amenaza, el análisis de vulnerabilidad y la estimación de riesgo específico, es necesario entrar a definir algunos conceptos básicos. Para este estudio tomamos las definiciones de UNDRO (Office of the United Nations Disater Relief Co-ordinator) - UNESCO:

Amenaza Natural (A)

La amenaza es la probabilidad de ocurrencia de un fenómeno de origen natural ó humano dentro de un área específica y un tiempo dado.

Los fenómenos de remoción en masa ocasionan diferentes niveles de amenaza dependiendo de la susceptibilidad de los materiales involucrados en el fenómeno y de la fuerza de la gravedad actuante para cada caso especifico, así como de la magnitud del evento detonante.

De acuerdo con lo anterior la amenaza por remoción en masa es el producto de la susceptibilidad del material (SM), la fuerza de la gravedad (Fg) y la magnitud del factor detonante (I).

$$A = SM \times Fg \times I$$

Vulnerabilidad (V)

Es el grado de pérdida de un conjunto de elementos o elemento dado bajo riesgo debido a la ocurrencia de un fenómeno natural de una magnitud dada. La vulnerabilidad (V) se puede descomponer en Exposición (E) y Resistencia (S) de los elementos al fenómeno y se expresa como:

$$\mathbf{V = E/S}$$

Algunos de los efectos más importantes causados por un fenómeno de remoción en masa son:

- Daños Ambientales (componente fisíco-biótico).

- Destrucción parcial o total del talud por desplazamientos, agrietamientos y hundimientos.
- Cambios morfológicos a causa del desplazamiento de las masas.
- Daños hidrobiológicos por represamientos y posteriormente por avalanchas.

- Daños Ambientales (componente socioeconómico).

- Heridas a la población.
- Destrucción parcial o total de las propiedades.
- Parálisis de las actividades económicas.
- Daños en las redes de servicios públicos, líneas vitales, etc.

Riesgo

Se define como la magnitud probable esperada de daños y fallas de uno o más elementos de un sistema, dentro de una área y período de tiempo dados, ocasionados por el desencadenamiento de un fenómeno en particular. El riesgo (R) es, por tanto, función de un peligro potencial o amenaza y de la vulnerabilidad de los elementos expuestos a la amenaza.

Y se expresa como:

$$R = A \times V$$
$$R = A \times E/S$$

Otras definiciones que se tuvieron presentes son:

Elementos bajo Riesgo

Incluye la población, las propiedades, las actividades económicas, servicios públicos, líneas vitales, etc. en el área de afectación de un fenómeno dado.

Riesgo evitable

El riesgo es evitable cuando los factores generadores se pueden evitar y cuando las consecuencias se pueden anular con medidas u obras técnicas, económicas y socialmente factibles.

Riesgo controlable

Cuando el fenómeno amenazante puede predecirse, pero sus consecuencias sólo pueden atenuarse o mitigarse, pues no se pueden manejar completamente ni técnica, ni económica ni socialmente.

Riesgo incontrolable

Es aquel en el cual la capacidad de predicción y de evaluación es incompleta, en donde la ciencia y la tecnología no están en capacidad para proveer soluciones técnicas, económicas y socialmente viables. González (1990a y 1990b).

3.2 ANALISIS DEL RIESGO POR REMOCION EN MASA

3.2.1 Evaluación de la amenaza por remoción en masa

3.2.1.1 Variables

Las variables para la evaluación de la amenaza serían: Energía Potencial -PM-, la susceptibilidad de la masa (SM) y los agentes detonantes (D).

La energía potencial es controlada por las propiedades internas (volumen de la masa, fragilidad de los elementos de la masa y la resistencia remanente después del evento), y por factores externos (posición de la masa con respecto de los elementos amenazados y que contribuye a potenciar o disminuir la energía).

La susceptibilidad está controlada por los factores intrínsecos como los elementos que componen la masa, los esfuerzos a que están sometidos dichos elementos y el estado de equilibrio de su estructura interna.

Los eventos detonantes se consideran como factores externos, así: climatológicos, hidrológicos, sismológicos, erosión natural y antrópicos.

Para conocer las variables o agentes, que intervienen como originadores y/o detonantes de fenómenos de remoción en masa se realizaron estudios de geología, geomorfología, hidrogeología, geotecnia, climatología y agrología, de los cuales se obtienen los parámetros para evaluar cada una de las variables.

3.2.1.2 Parámetros

Teniendo en cuenta las características del área de estudio se evaluaron los siguientes parámetros que determinan la susceptibilidad a generar fenómenos de remoción en masa:

- La litología de los diferentes materiales presentes en la zona.
- El grado de fracturación de las unidades de roca y suelo.
- La presencia de plegamientos y replegamientos que generan discontinuidades.
- Las características geomecánicas de las unidades de roca y suelo.
- La inclinación y el rumbo de las capas.
- La relación entre la pendiente natural y la inclinación de las capas.
- El grado de infiltración de las aguas lluvias según la relación de cobertura del suelo y la pendiente del terreno.
- La distribución espacial de las lluvias.
- Las formas del relieve y las vertientes.
- La acción del hombre preparadora de los procesos de erosión.

En cuanto a los agentes detonantes se evaluó:

El Factor Antrópico, en cuanto a:

- La alteración de los taludes naturales por actividad minera y de explanación para procesos de urbanización.
- La ocupación de rondas por viviendas, parques, centros educativos y por la disposición de basuras.
- La construcción antitécnica de asentamientos en áreas de antiguas canteras y chircales.
- La eliminación de la cobertura del suelo por los procesos de urbanización.
- La recolección antitécnica de las aguas lluvias y sanitarias en las áreas urbanas.
- La conducción de agua potable por mangueras en mal estado.

El Clima, en cuanto a:

- Sobrepasar el valor de la lluvia crítica.

La Erosión natural, en cuanto a:

- La socavación lateral y vertical de los cauces que debilitan la pata de los taludes.
- La pérdida de la matriz de los depósitos semiconsolidados por lavado del material.

La Sismicidad, en cuanto a:

- La pérdida del equilibrio de los materiales debido a la aceleración de la onda superficial de un sismo cercano, especialmente donde hay cambios bruscos del terreno.

3.2.2. Análisis de vulnerabilidad

Un análisis de vulnerabilidad tienen como objetivo determinar el nivel de exposición y la predisposición a la pérdida de un elemento o un grupo de elementos por una amenaza específica.

Para este estudio se hizo una evaluación socioeconómica y cultural del área de estudio, que involucró recolección de información de entidades distritales y la elaboración de encuestas a poblaciones determinadas, así como la evaluación física de los elementos amenazados, todo lo anterior dio un indicativo de la vulnerabilidad de la población, de las construcciones y de las líneas vitales frente a la ocurrencia de fenómenos de remoción en masa.

Se evaluó el grado de exposición de los diferentes elementos bajo amenaza teniendo en cuenta, las características propias de las zonas de amenaza alta (la rapidez con que se produce los fenómenos que se presentan o pueden presentarse, el tipo de materiales implicados y el área de influencia de éstos). Una vez determinado el nivel de exposición se evaluó la predisposición (resistencia y resilencia) de los elementos a las diferentes situaciones que pueden generarse por la ocurrencia de dichos fenómenos.

3.2.3. Evaluación del riesgo

Conociendo el tipo de amenaza, el grado de vulnerabilidad del elemento (especialmente el grado de exposición), o elementos amenazados se zonificó el riesgo teniendo presente el área de influencia de la amenaza.

Posteriormente se categoriza el riesgo en tres grados con respecto al fenómeno analizado: Alto, Medio y Bajo.

3.2.4. Mitigación y Prevenciones

Con el propósito de disminuir la vulnerabilidad y la amenaza se contemplan medidas correctivas, preventivas y de control.

Las medidas preventivas evitan o minimizan el riesgo antes que este se presente; por lo tanto pueden aplicarse a la amenaza como al elemento o a los elementos amenazado(s).

Para reducir la vulnerabilidad lo más común y efectivo es anular la exposición al fenómeno amenazante (sí esto es posible), mediante su efusión. Lo anterior incluye: evacuación de

personas, reglamentación del uso del suelo, incrementar la resistencia de los elementos expuestos y la ubicación adecuada de líneas y puntos vitales.

Para eliminar (cuando es posible), la amenaza se deben tomar medidas como: el adecuado manejo de la cobertura vegetal, del suelo, del drenaje y de la escorrentía; generar diseños y procesos constructivos adecuados para las obras civiles que se implementaran en áreas amenazadas; y realizar un monitoreo continuo de las zonas criticas. La observación sistemática y analítica del fenómeno permite aumentar la previsión del tiempo de ocurrencia de los movimientos.

Las medidas correctivas se aplican cuando no es posible la elusión de la amenaza ni disminuir la vulnerabilidad. Se debe pensar en obras de estabilización de remoción en masa, diques de control torrencial, obras de disipación, programas de ordenamiento de cuencas, refuerzo de obras de infraestructura, mejoramiento de la estructura de las edificaciones, obras de control de drenaje, etc.

En situaciones donde hay que convivir con la amenaza hay que desarrollar obras que controlen en parte los niveles de riesgo.

3.3 METODOLOGIA

3.3.1. Recopilación y evaluación de la información

Durante los primeros dos (2) meses del proyecto se recogió la mayor parte de la información digital, cartográfica, aerofotográfica y bibliográfica; la cuál fue debidamente clasificada para las necesidades propias de este estudio.

En términos generales, la información fue escasa y de difícil consecución. Una de las causas que determinan esta situación es la forma acelerada del proceso de urbanización y la lentitud de las entidades distritales para registrar en forma de cartografía esta dinámica.

3.3.2. Fotointerpretación y Levantamiento de Información base

Con la información recopilada se paso a elaborar el mapa base del área de estudio, a escala 1: 10.000 que contenía: manzanas, barrios, hidrografía, vías y curvas de nivel. Dicho mapa tuvo muchos problemas en su realización debido a la poca información altimétrica detallada que permitiera unificar curvas de nivel de una equidistancia de un (1) metro. Con las

fotografías aéreas de diferentes años se realizó la fotointerpretación temática. Para la foto-interpretación geológica, geomorfológica y geotécnica se trato de seguir la metodología propuesta por Guevara (1985) y Guevara et al (1989) adaptándola al presente estudio. Se elaboraron los siguientes fotomapas:

Geología.
Geomorfológico.
Uso actual del suelo y cobertura vegetal.
Factor Antrópico.
Geotécnico.

3.3.3. Trabajo de campo

En las dos (2) primeras semanas del mes de febrero se recorrió el área para verificar la información recopilada y los fotomapas elaborados en oficina. Este recorrido fue hecho por un grupo interdisciplinario de profesionales. Los datos recolectados en el campo fueron:

- Datos sobre el aspecto socioeconómico - cultural.

- Población.
- Salud y educación.
- Servicios básicos.
- Historia y estado actual de legalización de los barrios.
- Desarrollo del proceso urbanístico.
- Estado de las vías.

- Datos sobre Geología y Geomorfología.

- Verificación de los contactos geológicos.
- Ampliación de las descripciones de los depósitos cuaternarios en la zona. (litología, espesor y disposición).
- Inventario de los fenómenos de remoción en masa.

- Datos recolectados sobre Geotécnia.

- Muestreo del macizo rocoso y los depósitos.
- Características geomecánicas de las diferentes unidades de suelo y roca.
- Realización de ensayos en situ.

- Datos sobre uso y cobertura.

- Verificación del mapa de vegetación.
- Uso del suelo.
- Actividad Antrópica.

3.3.4. Elaboración de los mapas temáticos

Con base en la información recolectada en campo se corrigieron los fotomapas temáticos y se generaron cuatro mapas básicos.

Los mapas elaborados fueron :

- Geológico.
- Geomorfológico.
- Uso actual del suelo y cobertura vegetal.
- Geotécnico.

Teniendo en cuenta los aspectos generales que se toman para la evaluación de estabilidad de taludes y de las características particulares del área de estudio se elaboraron mapas de primer, segundo y tercer nivel donde se gráfico la información necesaria para alimentar el Sistema de Información Geográfica -SIG-. Entre dichos mapas están:

- Pendiente del terreno vs Dirección del buzamiento.
- Isoyetas de precipitación multianual.
- Precipitación acumulada en 15 días.
- Erosión natural.
- Factor Antrópico.

3.4. IMPLEMENTACIÓN DEL SIG

El Sistema de Información Geográfica (SIG) fue utilizado como herramienta básica para el análisis profundo de las relaciones e interacciones de las diversas variables biofísicas, permitiendo la diferenciación de áreas con diferente nivel de amenaza. El grado de riesgo de estas áreas puede ser medido a través de los factores de susceptibilidad intrínseca y factores externos de inestabilidad, el grado de vulnerabilidad y finalmente el costo que acarrearía la minimización de impactos, recuperación y/o adecuación geotécnica y ecológica del área afectada por el fenómeno de remoción en masa.

Como es el caso del presente estudio, a través de los productos obtenidos con herramientas del SIG es posible tomar decisiones Acerca de los barrios mas susceptibles a la amenaza por

remoción en masa y que implica mayores costos, a la hora de adelantar actividades de obras de control, minimización, monitoreo, etc.

3.4.1. Etapas del SIG

La obtención de los productos del presente estudio comprendió una serie de procesos. Estos procesos fueron ejecutados con un número de capas que representan las características geográficas del mundo real. A través de operaciones especiales, éstas capas tomadas como variables socioambientales fueron combinadas para llegar a la zonificación de la amenaza. En la ejecución de los diversos procesos estuvo presente el recurso humano asignado para la captura, almacenamiento, manipulación y análisis de la información recurso que constituye una parte principal del SIG.

Un proyecto SIG generalmente cumple una serie de etapas consecutivas, de un orden lógico. Inicialmente fueron establecidos los objetivos de esta fase del estudio. Con base en éstas y partiendo de la información que se generó en la primera parte del estudio, se realizó la conceptualización de los modelos, conducentes a la zonificación de aspectos de estabilidad, para la toma de decisiones en cuanto a áreas favorables para la ejecución de proyectos de urbanización.

Posteriormente fue elaborado un diccionario de datos con la información necesaria para la etapa de análisis. Las capas y atributos de dicho diccionario fueron utilizados en el diseño de la base de datos.

La información sistematizada en la primera parte del estudio fue transformada y corregida de acuerdo al análisis y modelamiento a efectuarse. El desarrollo de este último comprendió combinaciones que simulan las relaciones existentes entre las variables que intervienen en la estabilidad del terreno, obteniéndose escenarios alternativos, de cuya evaluación, fueron obtenidos los mapas de factor de seguridad.

3.4.1.1 Diseño de la base de datos y adecuación de la información.

Como se mencionó anteriormente, para iniciar esta etapa, fue necesario establecer los objetivos del estudio y los productos a obtenerse. El diseño se efectuó con base a la información a generarse en la primera fase y consistió en la definición de capas, descripción de sus características y atributos. Además se estableció la codificación y organización de éstos últimos. Con dicha información fue elaborado el diccionario de datos que contiene la explicación Accra de las capas que sirven como datos de entrada para el modelo SIG a desarrollarse. Dicha información se refiere a nombre, tema, entidad, (polígono, punto arco) atributos y descripción. Esta última realizó la anotación Accra de los atributos a ser utilizados durante el análisis y su clasificación en caso de que así fuera requerido por el modelo.

Las diversas capas de entrada del SIG que fueron automatizadas en la primera parte constituyen las variables socioambientales a ser consideradas para el análisis de compatibilidad entre éstas últimas y el desarrollo del proyecto. Dichas variables llamadas dentro del SIG capas se dividieron en dos tipos:

Variables biofísicas.
Variables socioeconómicas.

- *Variables biofísicas*

Dentro de éstas, fueron seleccionadas las capas y datos que reflejan las condiciones de estabilidad de la región, su grado de susceptibilidad y uso actual del suelo.

En la *TABLA No. 3.1* se presentan las variables biofísicas, además del criterio de análisis utilizado para cada una de ellas, de acuerdo al modelo SIG desarrollado.

TABLA No. 3.1. VARIABLES BIOFISICAS UTILIZADAS COMO DATOS DE ENTRADA AL SIG.

VARIABLES	CRITERIOS DE ANALISIS
Clima	Area con diferente intensidad de lluvias.
Pendiente	Clases de pendiente con mayor incidencia de movimientos en masa.
Geotécnia	Características físico mecánicas de las rocas y suelos para establecer susceptibilidad a fenómenos de remoción en masa.
Geología	Características litológicas y genéticas que inciden en la inestabilidad .
Geomorfología	Areas sometidas a procesos morfodinámicos y erosivos.
Tectónica	Zona de influencia de las fallas.
Suelos	Aptitud natural de acuerdo a características físicas, susceptibilidad a la degradación.

- *Variables socioeconómicas y uso del suelo*

Consideradas en el presente estudio como el componente más importante del entorno, por cuanto su dinámica y distribución en el espacio geográfico introduce las modificaciones al comportamiento del sistema natural.

Las variables del componente socioeconómico y los criterios para su análisis se sintetizan en la *TABLA No. 3.2*.

TABLA No. 3.2. VARIABLES SOCIOECONOMICAS UTILIZADAS COMO DATOS DE ENTRADA AL SIG

VARIABLE	DESCRIPCION
Usos del Suelo	Acciones antrópicas que desencadenan problemas de inestabilidad . Formas inadecuadas de aprovechamiento (sobrepastoreo, talas, quemas para limpiar potreros).
Vegetación	Tipo de vegetación y grado de cobertura.

Se creó la relación entre puntos, arcos o polígonos estableciendo su conectividad, continuidad y definiendo áreas. Se realizó además, la entrada de atributos para cada cobertura, consistente en el código por unidad de mapa.

3.4.1.2. Análisis y modelamiento

Cada una de las capas de la base de datos del presente estudio contiene información relacionada con los componentes biofísicos y socioeconómicos que permitieron la identificación de áreas susceptibles a los fenómenos de inestabilidad. A su vez la asociación de las características de dichos componentes a través de operaciones especiales, relaciones entre tablas y superposición entre capas facilitó la diferenciación de zonas, donde especialmente convergen factores específicos, que dan lugar a fenómenos de inestabilidad.

Esta etapa consistió en la representación de los escenarios actuales, de las asociaciones de los componentes mencionados, a través de modelos, conceptualizados con base en la realidad. Dentro de las operaciones utilizadas para los diversos procesos de análisis se cuentan: radios de influencia en un objeto dado, clasificación de capas de acuerdo a diversos criterios, cercanía de objetos, operaciones de lógica booleana y algebraicas entre diversas capas.

Otras operaciones fueron efectuadas sobre las tablas de atributos, a través de expresiones lógicas y aritméticas. Para su realización se adicionaron nuevas columnas en las tablas existentes. En dichas columnas fueron plasmados los resultados de estas operaciones y los cálculos de nuevos atributos.

A lo largo de las diversas fases del análisis fueron examinadas y validadas, en la medida de lo posible, los resultados obtenidos.

El modelo fue dividido en tres partes. Una denominada **estabilidad o factor de seguridad (FS),** en la que se originaron mapas de FS para diferentes escenarios, otra **amenaza**, en la que se tomaron como datos de entrada además de estos mapas el de actividad antrópica y el de áreas dinámicas generados en la primera parte del presente estudio. Producto del desarrollo de estas dos etapas son los mapas de **riesgo** además de la zonificación de vulnerabilidad regional.

3.4.1.3. Estabilidad ó Factor de Seguridad

Esta etapa del modelo se dividió en dos fases, una en la que se conjugan los factores de susceptibilidad a fenómenos de inestabilidad de acuerdo a las características intrínsecas de las diversas variables físicas. Otra en la que son tomados en cuenta los factores externos que actúan como catalizadores en el desencadenamiento de los fenómenos tratados.

Entre las variables físicas consideradas en la primera fase se cuentan: Pendientes, geología, tectónica, geomorfología, geotécnia, suelos, la erosión fluvial y pendiente topográfica vs. pendiente estructural. Para cada una de estas variables fue considerada la susceptibilidad y esta fue categorizada a través de la clasificación de dichas variables. El mapa intermedio producto de esta fase es el de la unión de todos los factores de susceptibilidad para producir una información areal, Accra de la convergencia de variables físicas que además definen el grado de susceptibilidad de acuerdo a la clase de cada una de ellas, que participe en la adición total.

La segunda fase considera factores externos como precipitación, actividad sísmica y acción antrópica reflejada en el aprovechamiento inadecuado y antitécnico del suelo que genera problemas de inestabilidad.

- *Procesos de obtención.*

El grado de estabilidad de las diversas zonas fue valorado de acuerdo a factores de susceptibilidad y de disparo.

Los factores de susceptibilidad están estrechamente ligados con propiedades físicas, intrínsecas de las variables involucradas en la ocurrencia de los fenómenos. Los factores de disparo hacen alusión a las causas externas que facilitan el desencadenamiento de estos fenómenos.

El desarrollo del modelo fué cumplido en dos fases. En la primera se manejan las variables de entrada que constituyen las variables de susceptibilidad. A su vez estas coberturas forman parte del medio biofísico ocupado y explotado por la sociedad que cumple con diversas actividades en su proceso de desarrollo urbanístico. La segunda fase del modelo considera que una de estas actividades cumplidas por el hombre es el uso del suelo en forma inadecuada y antitécnica. A lo anterior se suma la degradación por la agresividad del clima y la actividad sísmica, que provoca el deterioro del medio natural. Estas acciones se constituyen en factores de disparo que aceleran la ocurrencia de fenómenos de inestabilidad.

. *Obtención del mapa de pendientes.*

Fue generado en forma automática a partir del modelo digital de alturas, obtenido con los contornos de la topografía . Este mapa de pendiente se obtuvo con un filtro de gradientes que da la diferencia de altitud por unidad de celda en las direcciones por unidad de celda X ó Y. La inclinación se calculó con una función estándar de pendiente que incluye el programa. Dicha función da como resultado un mapa con valores de pendiente en porcentaje (%) por cada celda dicho mapa fue separado en 6 clases de pendiente tal como puede ser observado en el *ANEXO A FIGURA No. A1-1*. Las clases fueron seleccionadas a partir del análisis de frecuencia de movimientos en masa que determinan la susceptibilidad más alta de ciertos rasgos de pendiente donde el número de eventos presentados o potenciales es mayor.

- *Obtención del mapa de influencia de fallas y pliegues.*

Al mapa de tectónica se le aplicó una función de distancia, con el fin de clasificar la zona de influencia de fallas y de ejes de pliegues de acuerdo con la susceptibilidad a producir fenómenos de inestabilidad.

De esta forma fueron diferenciados varios corredores que a medida que se alejaban de los trazos de falla y de ejes de pliegues limitaban áreas con menor susceptibilidad a sufrir dichos fenómenos. La función de distancia consideró una fuente y una fricción que, para nuestro análisis estuvo constituida por la pendiente. En los casos donde la pendiente aumenta, el corredor está más cercano al trazo de falla y viceversa.

- *Obtención del mapa de Buzamientos vs. pendiente topográfica*

Para la obtención del mapa de pendiente topográfica vs. pendiente estructural fue utilizado también el mapa de contornos a partir del cual se generó el modelo digital de alturas. A partir de este modelo fueron calculados los gradientes en direcciones X y Y y con una función de arcotangente se obtuvo el acimut de la pendiente topográfica por cada celda.

El mapa de pendiente estructural fue producido a partir de la información que se recogió en campo. Las tendencias generales del buzamiento hacía determinada dirección fueron representadas en forma gráfica. Estos dos mapas intermedios fueron confrontados a partir de operaciones algebraicas y expresiones lógicas para producir el mapa de pendiente topográfica vs. estructural, *Ver CAPITULO No 4*. La clasificación de este último fue realizada de acuerdo a las condiciones favorables o desfavorables pues la potencialidad de ocurrencia de fenómenos de inestabilidad aumenta a medida que las direcciones de ambos tipos de pendientes van coincidiendo. Al ir siendo diferentes las condiciones son favorables pues los planos de discontinuidades dejan de coincidir con la pendiente topográfica, disminuyéndose esta probabilidad de ocurrencia.

- *Clasificación de otras variables físicas para el análisis*

Después de la obtención de los mapas descritos se procedió a clasificar las variables físicas de geomorfología, geología, geotécnia y vegetación. Esta última fue clasificada de acuerdo a la susceptibilidad de estos a la degradación por condiciones naturales como procesos morfodinámicos, pendiente e influencia del clima.

Para la clasificación de éstas variables fueron considerados la susceptibilidad intrínseca a producir fenómenos de inestabilidad y el análisis de frecuencia de acuerdo a la ocurrencia de fenómenos de remoción en masas activas e inactivas. Dichos fenómenos fueron cartografiados a través de fotografías aéreas y trabajo en campo. Para el análisis se procedió a cruzar cada una de las variables consideradas con estos procesos obteniendo una frecuencia de aventos por cada unidad.

El procedimiento de clasificación consistió en la definición de tablas que contienen las unidades de cada capa y la susceptibilidad a movimientos en masa. Susceptibilidad que está expresada en tres clases: alta, media, y baja con valores respectivos de tres, dos y uno. *Ver CAPITULO No 4*.

Se elaboró una matriz de decisión para la cuantificación de los diversos parámetros de evaluación de la amenaza, que posteriormente fue ajustada por la información de los inventarios de fenómenos de remoción en masa y de análisis puntuales de estabilidad de taludes, y posteriormente se generaron los siguientes mapas:

- Aceleración de la onda sísmica según material y topografía.
- Tipo de material.
- Factor de seguridad.
- Probabilidad de falla.
- Vulnerabilidad física.
- Vulnerabilidad total.

CAPITULO 3

TABLA DE CONTENIDO

3. MARCO TEORICO Y METODOLOGIA. 22

3.1 CONCEPTOS. 23

3.2 ANALISIS DEL RIESGO POR REMOCION EN MASA. 25
- 3.2.1 Evaluación de la amenaza por remoción en masa. 25
  - 3.2.1.1 Variables. 25
  - 3.2.1.2 Parámetros. 26
- 3.2.2. Análisis de vulnerabilidad. 27
- 3.2.3. Evaluación del riesgo. 27
- 3.2.4. Mitigación y Prevenciones. 27

3.3 METODOLOGIA. 28
- 3.3.1. Recopilación y evaluación de la información. 28
- 3.3.2. Fotointerpretación y Levantamiento de Información base. 28
- 3.3.3. Trabajo de campo. 29
- 3.3.4. Elaboración de los mapas temáticos. 30

3.4. IMPLEMENTACIÓN DEL SIG. 30
- 3.4.1. Etapas del SIG. 31
  - 3.4.1.1 Diseño de la base de datos y adecuación de la información. 31
  - 3.4.1.2. Análisis y modelamiento. 33
  - 3.4.1.3. Estabilidad ó Factor de Seguridad. 34

4. EVALUACION DE LA AMENAZA

4.1 GENERALIDADES

El crecimiento del distrito capital, casi exponencialmente, ha originado una demanda bastante alta de los recursos naturales y de espacio en terrenos no aptos para el desarrollo urbano e industrial. El precio que se ha venido pagando por la ocupación de estos terrenos ha sido el aumento de los desastres naturales.

Para el desarrollo de este capitulo se tuvo en cuenta la definición de amenaza dada por la UNESCO-UNDRO, el concepto de factor de seguridad dado por FELLENIUS y las variables que, en la localidad de Usme, inciden en la generación de fenómenos de remoción en masa.

Para la localidad de Usme las variables utilizadas fueron: geología, procesos geomorfológicos, tipo de material, morfología, las condiciones climáticas, actividad sísmica, hidrogeología y la incidencia de la actividad antrópica. Teniendo en mente esta premisa, se calculo el factor de seguridad promedio de taludes naturales y antrópicos. Taludes naturales, como las laderas, las riveras de las quebradas y ríos; taludes hechos por el hombre como: cortes y rellenos de carreteras, caminos y urbanizaciones.

La fuerza de gravedad en los taludes produce esfuerzos cortantes en la masa de suelo y a menos que la resistencia cortante sobre cada superficie posible de falla, a través de la masa, sea suficientemente mayor que el esfuerzo cortante, ocurrirá el movimiento. La resistencia al corte depende de la resistencia cortante del suelo y de otros factores naturales, tales como la presencia temporal de agua de filtración y/o infiltración.

4.1.1. El Factor de Seguridad

El concepto básico dado por Fellenius en 1927 para el factor de seguridad “como la relación entre la resistencia al corte real calculada del material en el talud y los esfuerzos de corte críticos que tratan de producir la falla”, es el aplicado a lo largo del análisis de estabilidad:

$$F.S = \frac{\text{Resistencia al corte}}{\text{Esfuerzo Actuante}}$$

Un análisis de estabilidad implica básicamente hacer un estimativo del modelo de falla y de la resistencia al corte. El modelo de falla requerirá predicción de los pesos (o cargas) que serán resistidos y el efecto del agua. El estimativo del agua requiere consideración de las fuerzas de filtración y pesos unitarios saturados y efectivos. La forma del modelo de falla suele ser razonablemente bien definida. Para el área de estudio se asumió la interfaz depósito de ladera-

roca como plano de falla teniendo en cuenta el poco espesor y las propiedades geomecánicas de estos.

De acuerdo con las características físicas, mecánicas, químicas, topográficas, de cobertura y de uso del área de la localidad de Usme, el análisis de la amenaza por remoción en masa se desarrolló a través de los siguientes pasos:

Calculo del Factor de Seguridad FS. Para cada uno de los polígonos con comportamiento geomecánico semejante se calculo el factor de seguridad promedio, teniendo en cuenta las condiciones normales del terreno.
Ajuste del factor de seguridad con el mapa de vegetación.
Ajuste del mapa del factor de seguridad (FSI) con el factor antrópico.
Generación del mapa de amenaza en función de probabilidades, teniendo en cuenta la afectación del material debido a la ocurrencia de sismos y al cambio del volumen de infiltración de aguas en los taludes (Agentes detonantes).
Ajuste del mapa de amenaza con el mapa de áreas dinámicas.

4.2 ZONAS HOMOGÉNEAS DE SIMILAR ESTABILIDAD EN CONDICIONES NORMALES O SUSCEPTIBILIDAD A LA REMOCION EN MASA.

Después del reconocimiento geológico y del análisis preliminar del área se escogieron los siguientes parámetros para desarrollar el estudio de la amenaza por fenómenos de remoción en masa:

Las características litológicas, estructurales y geotécnicas de los diferentes materiales presentes en el área.
La relación existente entre el rumbo y buzamiento de las capas rocosas y la dirección e inclinación de los taludes naturales.
El origen y evolución de las geoformas existentes.
La pendiente transversal del terreno.
Las condiciones de humedad del suelo.
La existencia de áreas de debilidad inactivas y activas por procesos erosivos.
El tipo de protección vegetal de los taludes.
La condición de drenaje.
La capacidad de los suelos y las rocas en almacenar y transportar agua.
La actividad antrópica, especialmente el desarrollo urbanístico.

4.2.1 Parámetros evaluados

Con las características físico-mecánicas anteriormente enumeradas se generaron los siguientes mapas: Geológico, de Zonificación del macizo rocoso, de pendientes transversales,

de tipo material, de grado de infiltración, de topografía vs buzamientos, de sectorización de lluvias, subcuencas de mayor susceptibilidad a la socavación, uso y cobertura, incidencia del factor antrópico y tipo de laderas. La *TABLA No. 4.1* muestra los aspectos evaluados en cada uno de los parámetros escogidos para el análisis de estabilidad. La *FIGURA No. 4.1* expone gráficamente de donde se obtuvo la información para determinar la susceptibilidad de cada parámetro.

TABLA No. 4.1. PARÁMETROS A EVALUAR PARA LA SUSCEPTIBILIDAD A LOS FENOMENOS DE REMOCION EN MASA

PARAMETROS	ASPECTOS A EVALUAR
PENDIENTE TRANSVERSAL	- Rangos.
TIPO DE MATERIAL	- Litología. - Características geotécnicas. - Condición Estructural.
GRADO INFILTRACION	- Porosidad y permeabilidad de los diferentes materiales. - Distribución de la precipitación en el área. - Permisibilidad del tipo de cobertura a la infiltración. - Pendiente del terreno.
BUZAMIENTO Vs TOPOGRAFIA	- Dirección de la inclinación de las capas y laderas. - Grado de inclinación de las capas y laderas.
SISMICIDAD	- Aceleración horizontal. - Tipo de roca. - Aspectos topográficos.
USO Y COBERTURA VEGETAL	**- Protección de las laderas.** **Efectos negativos por sobrepeso.** **Efectos de la urbanización.**
TPO DE LADERAS	- Origen y Evolución. - Perfil Longitudinal de las laderas.
PRECIPITACION	- Precipitación máxima en 24 horas. - Periodo de retorno. - Relación lluvia - deslizamiento.
AREAS DINAMICAS	- Procesos antiguos. Procesos actuales. Actividades de explotación.

A continuación se hace una descripción de cada uno de estos parámetros y su aplicación.

4.2.1.1. Pendiente

Con base en la información topográfica a escala 1: 2.000 y 1:10.000 del IGAC se completó la información altimétrica proporcionada por la UPES. Con esta información se generaron curvas de nivel cada 5 metros en las áreas donde no se tenia este detalle, utilizando toda la información altimetría se elaboro el modelo digital del terreno. A partir de la elaboración de un

modelo digital topográfico se dieron rangos de pendiente transversal en grados, (*Ver TABLA No. 4.2)*, que fueron considerados según la influencia de gravedad en procesos de remoción en masa (incremento del componente vectorial del peso de los materiales que ayuda

aumentar los esfuerzos de corte) de acuerdo con las características geológicas y geomorfológicas del área.

TABLA No. 4.2 CLASIFICACION DE LAS LADERAS SEGUN LA PENDIENTE TRANSVERSAL

DESCRIPCIÓN	RANGOS (grados)
PLANA	0 5
ONDULADO	5 - 15
COLUVIAL	15 - 25
MEDIA	25 - 35
EMPINADA	35 - 45
ESCARPE	> 45

4.2.1.2 Tipo de material

El comportamiento de los materiales frente a los agentes naturales y antrópicos es un parámetro esencial en el análisis de la estabilidad de taludes. Para generar este mapa se tuvieron en cuenta las características litológicas y se utilizaron las coberturas del comportamiento geomecánico de los macizos y los depósitos, y la condición estructural en forma independiente y combinada con la topografía.

- *Litología*

Un gran porcentaje de la debilidad intrínseca de los materiales es atribuible a la fábrica y a la composición mineralógica de la roca, especialmente cuando están presentes minerales fácilmente alterables como el caolín, la montmorillonita y los ferromagnesianos.

La relación entre el tamaño, la forma y la orientación de las partículas y su cohesión determina la resistencia y la deformabilidad de los diferentes materiales. Para macizos rocosos de origen sedimentario la resistencia y la deformabilidad varia en el caso de rocas cementadas, dependiendo principalmente de la calidad del material cementante y la porosidad, en el caso de las lutitas, varia según el grado de consolidación.

En el caso de unidades de suelo, la resistencia está determinada por las características de la matriz en cuanto a su naturaleza, resistencia y alterabilidad.

Tomando como base la cartografía geológica y la descripción de las unidades cartografiadas se asignaron los siguientes grados de susceptibilidad: muy alta, alta, media, baja y muy baja, según las diferentes características litológicas. La *TABLA No.4.3* relaciona los resultados obtenidos.

TABLA No. 4.3 SUSCEPTIBILIDAD A FENÓMENOS DE REMOCIÓN EN MASA, SEGÚN LAS CARACTERÍSTICAS LITOLÓGICAS

UNIDAD GEOLOGICA	SUSCEPTIBILIDAD
Depósitos de Terraza (Qta, Qtm, Qtb), Conos del Tunjuelo (Qct).	Muy baja
Formación Arenisca La Regadera Media (Term), Formación Usme Inferior (Tmui), Formación Areniscas La Regadera Inferior (Teri).	baja
Depósitos de Ladera (Qdl), Depósitos Fluviograciares (Qtg), Formación Usme Superior (Tmus), Formación Arenisca La Regadera Superior (Ters).	Media
Formación Tilatá y Planicies de inundación (Qlp).	Alta

- *Comportamiento geomecánico*

La zonificación del macizo rocoso se realizo de acuerdo con el comportamiento geomecánico de cada zona:

El área se subdividió en dos grandes grupos (Suelo y Roca), cada uno de estos a su vez se diferenció de acuerdo con sus propiedades geomecánicas.

- Suelo o medio continuo relativamente homogéneo integrado por partículas pequeñas no aglutinadas fácilmente removible. Incluye depósitos y roca muy meteorizada.

- Afloramiento rocoso o medio discontinuo, heterogéneo compuesto esencialmente de grandes bloques separados por discontinuidades.

Para conocer las características y los valores de resistencia y consistencia de los depósitos y del macizo rocoso se diseño y llevo a cabo una exploración geológica - geotécnica, la cual permitió realizar una serie de ensayos de campo y recolectar muestras para otros ensayos de laboratorio, (*Ver ANEXO 5*). La *TABLA No. 4.4* hace una breve descripción de las características geomecánicas halladas para diferentes unidades de suelo, así mismo la *TABLA No. 4.5* describe los resultados obtenidos para los diferentes tipos de roca.

Teniendo en cuenta estas características físicas y la respuesta a los procesos denudativos se hizo una clasificación según el comportamiento geomecánico y la susceptibilidad a los fenómenos de inestabilidad *(Ver TABLA No. 4.6)*.

TABLA No. 4.4 CARACTERISTICAS GEOMECANICAS DE LAS UNIDADES DE SUELO.

UNIDADES DE SUELO	SIMBOLO	DESCRIPCION
CENIZA VOLCANICA.	Ql	Presencia de Alofana que sugiere la existencia de materiales de origen volcánico (ceniza) el limite liquido es de 41.8 y el índice de plasticidad 20.1 lo que da una plasticidad media.
DEPOSITO FLUVIOGLACIAR - ARIZONA.	Qfg	En la parte alta el depósito se caracteriza por tener cantos angulares o subangulares provenientes de areniscas del Grupo Guadalupe hasta de 100 cm^3 de volumen embebidos en una matriz de gravas y arenas. Hacia la parte más baja del depósito (Barrio Arizona) se vuelve mas arcillosa, la clasificación en USC varia entre Sm - Sc y Cl. el limite liquido varia entre 35 y 47 y el índice de plasticidad entre 63 y 27.3. Lo anterior se interpreta como una plasticidad media y consistencia media.
DEPOSITO FLUVIOGLACIAR - VIRREY Y PEDREGAL.	Qfg	Depósito conformado por bloques de areniscas provenientes del Grupo Guadalupe y matriz areno-gravosa con alto contenido de finos (la clasificación USC varia de Sc a Gc). Los bloques de areniscas son subangulares de tamaño variables que alcanzan dimensiones de 2m x 1.5 x 1.0 dispuestos sin orientación. la matriz del deposito arrojo un limite liquido que varían entre 31.4 y 34, con un índice de plasticidad de 14 a una plasticidad media baja y consistencia fuerte. Para el pedregal la plasticidad es muy baja.
DEPOSITO DE LADERA BARRIO SAN ISIDRO ALTO DE LOS PINOS. BARRIO J. DE SUCRE.	Qdl	En el barrio Altos de los Pinos el depósito está conformado por gravas - arenosas limosas (Sm) con un porcentaje de finos de 30.4 de baja plasticidad (limite liquido=26,9 y 11=11,5) caracteriza el depósito. Hacia el barrio San Isidro, este deposito se clasifica como una arcilla limosa con un porcentaje de arena que varia del 6 al 30% y un limite liquido e índice de plasticidad que varia entre 34-44 y 17-6 a 19.3 respectivamente dándonos una plasticidad media y una resistencia al corte no drenada de 3 a 10 kg/cm^2 de la cual se sugiere un material sobreconsolidado. En la parte sur (Antonio José de Sucre) estos depósitos se clasificaron como Sc con un 279% de finos, limite liquido=40, índice de plasticidad = 9.7 que nos da un plasticidad medio, se observo que este deposito tiene un espesor que varia en 1 a 2,30 m.
DEPOSITO DE TERRAZA ALTA BARRIO VIRREY.	Qt	Cantos redondeados y subredondeados de areniscas con diámetro que varia entre 1-15 cm embebidos en una matriz arena limo-arcillosa (Sm-Sc) con un porcentaje de finos del 31.1% y plasticidad baja (limite liquido=20 e índice de plasticidad = 6.4).
RELLENO LA PAZ Y LOS SUELOS DE EL PORVENIR.	Sr.	Caracterizados como arena limo-arcillosa (Sc) y arcilla arenosa (cl) con limite liquido(36-34) e índice de plasticidad (12,5 - 16,7) que dan una plasticidad media, de consistencia dura y sobreconsolidado (4,5 kg/cm^2)
CONOS DEL TUNJUELO.	Qct	Arena limosa con gravas con un bajo porcentaje de finos el limite liquido y el índice de plasticidad están alrededor de 20 y 6.4 respectivamente.

TABLA No. 4.5 CARACTERISTICAS GEOMECANICAS DE LAS UNIDADES DE ROCA

UNIDADES DE ROCA	SIMBOLO	DESCRIPCION
FORMACION USME SUPERIOR.	Tmus	Arcillas provenientes de la meteorización de las arcillolitas de la Formación Usme Superior. se clasifico como arcilla plástica con algo de arena (cl) con un limite liquido = 47 y un índice de plasticidad = 26 en ensayos de resistencia no drenada mayor de 120 kg/cm^2.
FORMACION USME MEDIA.	Tmum	Arcillolitas de baja plasticidad (12,7%) y de alta tenacidad.
FORMACION USME INFERIOR.	Tmui	Areniscas de grano fino con un porcentaje de finos <5, de resistencia fuerte.
ARENISCA LA REGADERA SUPERIOR.	Ters	Areniscas de grano grueso, sucias, susceptibles a la meteorización. Los valores a la carga inconfinada pueden variar entre 50-120 kg/cm^2.
ARENISCA LA REGADERA INFERIOR.	Teri	Arenisca conglomeráticas y de grano gruesos friables. Los valores a la carga inconfinada pueden variar entre 80-130 kg/cm^2.

TABLA No. 4.6 CONDICIONES GEOMECANICAS DE LAS UNIDADES DE ROCA Y SUELO

UNIDADES DE SUELO	SIMBOLO	CONDICION GEOTECNICA	SUSCEPTIBILIDAD
Depósitos de ladera.	Sl	MEDIA - BAJA	3 Y 4 MEDIA A ALTA
Cenizas sobre arcillolitas.	Sva	BAJA	4 ALTA
Cenizas sobre depósitos de ladera.	Svl	BAJA	4 ALTA
Cenizas sobre flujos.	Svf	BAJA	4 ALTA
Depósitos de origen fluvioglaciar.	Sfg	ACEPTABLE	2 BAJA
Depósitos de remoción en masa.	Sm	BAJA	4 ALTA
Depósitos de abanicos aluviales.	Sfa	ACEPTABLE	2 BAJA
Depósitos de terraza.	St	BUENA	1 MUY BAJA
Suelos aluviales.	Sa	BUENA	1 MUY BAJA
Suelos de la formación Tilatá.	Sti	BAJA	4 ALTA
Rellenos de estériles y sobrantes.	Sr	BAJA	4 ALTA
Suelos de llanura de inundación.	Slli	MEDIA	3 MEDIA
Depósitos fluviocoluviales.	Sfc	BAJA	4 ALTA
UNIDADES DE ROCA	**SIMBOLO**	**CONDICION GEOTECNICA**	**SUSCEPTIBILIDAD**
Areniscas cementadas de grano fino, poco meteorizadas y diaclasadas, resistentes, duras, morfología montañosa.	Ra	ACEPTABLE A BUENA	1 Y 2
Areniscas algo friables, de grano fino a grueso, meteorizadas y diaclasadas, duras. Morfología más prominentes, arcillolitas densas no plásticas.	Rma	MEDIA A ACEPTABLE	2 BAJA
Areniscas gruesas friables diaclasadas, bastante meteorizadas. Arcillolitas plásticas meteorizadas. Morfología de lomas y valles.	Rmb	MEDIA	3 MEDIA
Arcillolitas muy meteorizadas plásticas, morfología deprimida a ondulada.	Rb	BAJA	4 ALTA

- *Condiciones Estructurales*

El intenso fracturamiento de las rocas y el redireccionamiento del buzamiento de las capas son generalmente ocasionados por la presencia de fallas y/o pliegues. La franja de influencia de las fallas depende de la respuesta de la roca a la cinemática del área de fracturamiento y la franja de influencia de los pliegues, depende de la simetría de estos y de la resistencia de la roca a la deformación.

Area de influencia por fallas.

Las fallas presentes en el área de estudio son: Yomasa, Yerbabuena, El Zuque, La Fiscala con las que se delimito un área de influencia dependiendo de la distancia horizontal al trazo principal de la falla. Se establecieron rangos de afectación que sugieren áreas de mayor o menor fracturamiento y diaclasamiento, dependiendo de lo frágil o dúctil que sea la roca, para alimentar el modelo SIG.

Los rangos de estas áreas de influencia de fallas se escogieron con base en la observación de campo. Se tuvo en cuenta el cizallamiento, el cambio de la actitud de los estratos, al grado de diaclasamiento, fenómenos asociados y áreas mal drenadas. *Ver TABLA No. 4.7*

TABLA No. 4.7 AREAS DE INFLUENCIA DE LAS FALLAS

DISTANCIA DESDE EL TRAZO DE LA FALLA	SUSCEPTIBILIDAD
0-50 m	ALTA
50-100 m	MEDIA
100-250 m	BAJA
>250 m	MUY BAJA

Area de influencia por plegamiento.

La principal estructura en la localidad de Usme es el sinclinal de Usme. El cual es un pliegue amplio, de carácter regional, donde los cambios de buzamiento son suaves, disminuyendo la probabilidad e intensidad del fracturamiento de las rocas cerca al eje. Se consideró que las áreas que se encuentran a menos de 200 m. del eje tienen una susceptibilidad baja y las áreas con distancias mayores de 200 m. una susceptibilidad muy baja.

Existen dos pliegues de carácter local, al anticlinal de La Fiscala y el sinclinal de Juan Rey, que se caracterizan por ser estructuras apretadas. La distancia entre los trazos de los ejes del anticlinal La Fiscala y el sinclinal Juan Rey varia entre 400 a 800 metros. Se asumió como valor mínimo de influencia, la distancia media de la parte más distante (800/2) entre los dos ejes. Para las tres (3) estructuras pequeñas al norte de la Falla La Fiscala, se consideraron dentro del área de influencia de esta falla, además que los buzamientos de los dos pliegues más orientales son suaves. Las estructuras pequeñas al suroccidente del área son suaves.

La *TABLA No 4.8* muestra los rangos de influencia y de afectación para cada uno de los pliegues.

TABLA No. 4.8. AREA DE INFLUENCIA DE LOS PLIEGUES

NOMBRE DE LA ESTRUCTURA	DISTANCIA DEL TRAZO DEL EJE DEL PLIEGUE	SUSCEPTIBILIDAD	VALOR
SINCLINAL DE USME	0 - 200m	BAJA	2
	> 200m	MUY BAJA	1
ANTICLINAL LA FISCALA Y SINCLINAL JUAN REY	< 50m	MUY ALTO	5
	50 - 200m	ALTO	4
	200 - 400m	MEDIO	3
	> 400	BAJO	2
ANTICLINAL LA REQUILINA Y SINCLINAL LA QUINTA	<150	ALTO	4
	150-450	MEDIO	3
	>450	BAJO	2

- *Cruce de parámetros para la generación del mapa de Factor de Seguridad.*

Para relacionar los tres (3) aspectos anteriores (litología, comportamiento geomecánico y estructural), se procedió de la siguiente forma:

- En la zonificación del macizo rocoso se tuvo presente las características litológicas y génesis de los depósitos y rocas. El mapa generado así a partir de la fotointerpretación y del control de campo se denominó Mapa de Zonificación del Macizo rocoso o Geotécnico. (*Ver PLANO No. 3*).

- Cruce del mapa anterior con la información de las áreas de influencia de los plegamientos y fallas.

- Se asignó mayor peso al mapa de zonificación del Macizo rocoso, con base en el conocimiento geológico del área.

- Estimación del grado de infiltración de acuerdo con la precipitación, la porosidad, la permeabilidad, el uso, la vegetación y pendiente transversal.

- Estimación de los valores del ángulo de fricción, cohesión, peso unitario y gravedad específica para cada una de las unidades del mapa geotécnico.

- Calculo de la profundidad de la tabla de agua.

De acuerdo con todo lo anterior se generó el Mapa del Factor de Seguridad en condiciones normales. En los siguientes parágrafos se explica como se obtiene dicho mapa y el mapa de amenaza.

4.2.1.3. Relación pendiente de los taludes y buzamiento de las capas.

Los fenómenos de remoción se desarrollan principalmente sobre superficies de debilidad como fallas, planos de estratificación, de diaclasamiento y los contactos roca - suelo.

Para hallar este parámetro se siguieron los siguientes pasos:

- Se elaboró un mapa de áreas de igual dirección de buzamiento, para utilizar con el mapa de aspecto generado a partir del modelo digital del terreno.

- La superposición de los dos (2) mapas anteriores permitió hallar zonas donde la relación topografía vs planos de estratificación es favorable, intermedia o desfavorable para la

ocurrencia de fenómenos de remoción en masa. La *TABLA No. 4.9* muestra los rangos utilizados.

Posteriormente, se establecieron los rangos de inclinación del plano de estratificación, que se observan en la *TABLA No. 4.10*.

TABLA No. 4.9 RANGOS DE CLASIFICACION DE FAVORABILIDAD, SEGUN LA RELACION TOPOGRAFICA VS BUZAMIENTO

CLASIFICACION DE LA RELACION	SIMBOLO	ANGULOS DE DIFERENCIA DE ACIMUT
FAVORABLES	F	120-240
INTERMEDIAS	I	90-120 Y 270-240
DESAVORABLES	D	0-90 Y 270-360

TABLA No. 4.10 RANGOS DEL BUZAMIENTO DE LAS CAPAS

RANGOS (GRADOS)	SUSCEPTIBILIDAD
0-15	BAJA
15-35	MEDIA
35-45	ALTO
>45	MUY ALTA

Finalmente, se cruzan las zonas obtenidas de la clasificación de las laderas con el grado de inclinación del plano de estratificación para obtener el grado de susceptibilidad final de la relación topografía vs buzamiento. En la *TABLA No. 4.11* se muestra la calificación final.

TABLA No. 4.11 RANGOS DE SUSCEPTIBILIDAD DEL PARAMETRO: BUZAMIENTO Vs TOPOGRAFIA.

LADERAS	FAVORABLE	INTERMEDIA		DESFAVORABLE	
		B.>P	B<P	B.>P	B<P
BUZAMIENTO					
0-15	BAJA	MEDIA ALTA	MEDIA BAJA	MEDIA BAJA	ALTA
15-35	BAJA	MEDIA ALTA	MEDIA BAJA	MEDIA BAJA	ALTA
35-45	BAJA	MEDIA ALTA	MEDIA	BAJA	ALTA
>45	BAJA	MEDIA ALTA	MEDIA	BAJA	ALTA
SUSCEPTIBILIDAD	MUY BAJA	ALTA	BAJA A MEDIA	BAJA	MUY ALTA

B: BUZAMIENTO. P: PENDIENTE TRANSVERSAL.

4.2.1.4. Grado de Infiltración

Para la localidad de Usme el Grado de infiltración del agua en los taludes depende, principalmente de la porosidad y permeabilidad de los materiales, la intensidad de la precipitación, el efecto de la cobertura vegetal y la pendiente del terreno. Teniendo en cuenta los coeficientes de permeabilidad y porosidad de calificó cada una de las unidades del mapa de zonificación del macizo rocoso. Posteriormente se adicionaron los aspectos antes mencionados para elaborar el Mapa lógico de Grado de Infiltración.

La utilización de los parámetros arriba mencionados se hizo de la siguiente manera:

- *Precipitación*

Con la información climatológica del área de estudio se pudo subdividir ésta en dos zonas marcadamente diferentes en cuanto a la cantidad de agua precipitada y a la distribución temporal de la misma. En el sector noroccidental, localizado en promedio a una altura sobre el nivel del mar de 2800 m, la lluvia cae en dos temporadas diferentes, (abril y noviembre) separada, por un verano de considerable duración (junio a septiembre). En el sector suroriental, precipitación es considerablemente mayor y ocurre generalmente durante un sólo intervalo lluvioso largo (marzo a noviembre), en el cual se intercalan algunos períodos "secos" de muy corta duración. Estas dos unidades fueron subdivididas según la intensidad de la precipitación suministrada por las isoyetas. (*Ver FIGURA No. A2-5 ANEXO A2*).

La *TABLA No. 4.12* muestra las características y la calificación de las cuatro (4) áreas diferenciadas los símbolos utilizados. Para clasificar la intensidad, el valor 5 se le atribuyó a las áreas de mayor volumen de precipitación y el 1 a las áreas de menor precipitación.

TABLA No. 4.12 DISTRIBUCION DE LA PRECIPITACION

ZONA	SIMBOLO	VOLUMEN DE PRECIPITACION	VALOR SUSCEPTIBILIDAD
Comportamiento de la precipitación unimodal con precipitación media mensual entre 950 a 850 mm.	Pd	MUY ALTA	5
Comportamiento de la precipitación unimodal con precipitación media mensual entre 850 a 750 mm.	Pc	ALTA	4
Comportamiento de la precipitación bimodal con precipitación media mensual entre 750 -a 700 mm.	Pb	BAJA	2
Comportamiento de la precipitación bimodal con precipitación media mensual entre 700 a 650 mm.	Pa	MUY BAJA	1

- *Porosidad y permeabilidad*

La existencia de flujos subsuperficiales y subterráneos depende de la existencia de áreas de recarga y descarga, así como de la presencia de rocas o suelos con una permeabilidad primaria o secundaria alta y una porosidad alta.

Para analizar esta variable se hizo una clasificación de las rocas y depósitos de acuerdo con la capacidad de recarga y descarga, teniendo en cuenta los coeficientes de porosidad y permeabilidad. Un depósito o una roca que tenga dificultades en eliminar o transportar las aguas llega rápidamente a la saturación. Lo anterior incrementa el peso y disminuye la resistencia del talud. Las diferentes unidades de roca y suelo se clasificaron según el comportamiento hidrogeológico, (*Ver TABLA No 4.13*). Con base en lo anterior se asignó la susceptibilidad a la saturación.

TABLA No. 4.13 CLASIFICACION DE LAS UNIDADES DE ROCA Y UNIDADES DE SUELO SEGUN LA POROSIDAD Y PERMEABILIDAD

UNIDADES DE SUELO	SIMBOLO	POROSIDAD	PERMEABILIDAD	SUSCEPTIBILIDAD	VALOR
Depósitos de ladera.	Sl	MEDIA	BAJA	MEDIA	3
Cenizas sobre arcillolitas.	Sva	MEDIA	MUY BAJA	ALTA	4
Cenizas sobre depósitos de ladera.	Svl	MEDIA	BAJA	MEDIA	3
Cenizas sobre flujos.	Svf	MEDIA	BAJA	MEDIA	3
Depósitos de origen fluvioglaciar.	Sfg	MEDIA	MEDIA	BAJA	2
Depósitos de remoción en masa.	Sm	MEDIA	BAJA	MEDIA	3
Depósitos de abanicos aluviales.	Sfa	MEDIA ALTA	MEDIA	BAJA	2
Depósitos de terraza.	St	ALTA	ALTA	MUY BAJA	1
Suelos aluviales.	Sa	ALTA	ALTA	MUY BAJA	1
Suelos de la Formación Tilatá.	Sti	MEDIA ALTA	MEDIA	BAJA	2
Rellenos de estériles y sobrantes.	Sr	MEDIA ALTA	MUY BAJA	ALTA	4
Suelos de llanura de inundación.	Slli	MEDIA	MEDIA	BAJA	2
Depósitos fluviocoluviales.	Sfc	MEDIA	BAJA	MEDIA	3
UNIDADES DE ROCA	**SIMBOLO**	**POROSIDAD**	**PERMEABILIDAD**	**SUSCEPTIBILIDAD**	**VALOR**
Areniscas cementadas de grano fino, poco meteorizadas y diaclasadas, resistentes, duras, morfología montañosa.	Ra	ALTA	ALTA	MUY BAJA	1
Areniscas algo friables, de grano fino a grueso, meteorizadas y diaclasadas, duras. Morfología prominente, arcillolitas densas no plásticas.	Rma	MEDIA ALTA	MEDIA ALTA	BAJA	2
Areniscas gruesas friables diaclasadas, bastante meteorizadas. Arcillolitas plásticas meteorizadas. Morfología de lomas y valles.	Rmb	MEDIA ALTA	BAJA - MEDIA	MEDIA	3
Arcillolitas muy meteorizadas plásticas, morfología deprimida a ondulada.	Rb	ALTA	BAJA	ALTA	4

- *Uso y Vegetación*

De acuerdo con la cobertura vegetal, el grado de infiltración de un área dada puede incrementarse a disminuirse. Para el análisis del grado de infiltración desarrollado para el área de estudio de calificó la cobertura con base en la mayor o menor favorabilidad que da el tipo de vegetación durante el proceso de infiltración.

Para las áreas donde la cobertura del suelo ha sido reemplazada por zonas urbanas con vías pavimentadas se asumió que éstas actúan como material impermeabilizante por lo tanto se acepta que la infiltración en dichas áreas se aproxima a 0, lo que en principio ayuda a la estabilidad y regula la erosión. A su vez, en las áreas urbanizadas y sin alcantarillado se

concentran los flujos de agua que erosionan intensamente la base de los taludes llegando a originar fenómenos de remoción en masa.

Se clasificó la vegetación en 7 tipos y las áreas sin vegetación en 3 tipos:

Bosques plantados.
Bosques secundarios.
Rastrojo alto.
Rastrojo bajo.
Asociación rastrojo bajo - pastos.
Asociación cultivos y pastos.
Cultivos limpios.
Pastos o vegetación herbácea.
Areas urbanas sin pavimentar.
Areas urbanas pavimentadas.
Areas sin vegetación incluye las canteras, chircales y afloramientos de roca.

La *TABLA No. 4.14* muestra la calificación para las diferentes unidades del mapa de uso y cobertura vegetal según el grado de infiltración que pueden permitir.

TABLA No. 4.14 GRADO DE INFILTRACION SEGUN TIPO DE VEGETACION

SUBUNIDAD	SIMBOLO	GRADO DE INFILTRACION	VALOR SUSCEPTIBILIDAD
BOSQUE PLANTADO Y BOSQUE SECUNDARIO.	Bp-Bs	MUY ALTO	MUY ALTA 5
RASTROJO ALTO.	Ra	ALTO	ALTA 4
RASTROJO BAJO.	Rb	MEDIO	MEDIA 3
ASOCIACION RASTROJO BAJO - PASTOS NATURALES.	Rb/P	MEDIO	MEDIA 3
ASOCIACION CULTIVOS - PASTOS NATURALES.	C/P	BAJO	BAJA 2
CULTIVOS LIMPIOS.	C	BAJO	BAJA 2
AREAS URBANAS PAVIMENTADA.	Zup	MUY BAJO	MUY BAJA 1
AREAS URBANAS SIN PAVIMENTAR.	Zup	BAJO	BAJA 2
AREAS SIN VEGETACION.	Cac	BAJO	BAJA 2

- *Pendiente del terreno*

La relación entre el grado de inclinación de las laderas y la infiltración, es inversamente proporcional, a menor pendiente mayor posibilidad de infiltración y a mayor pendiente menor infiltración. La *TABLA No. 4.15* muestra los grados de infiltración según diferentes rangos de pendiente dados.

TABLA No. 4.15 INFILTRACION SEGUN LA PENDIENTE

RANGOS DE PENDIENTE	GRADO DE	VALOR

	INFILTRACION	SUSCEPTIBILIDAD
0 - 15	MUY ALTO	5
15 -30	ALTO	4
30 - 45	MEDIO	3
>45	BAJO	2

Para generar el Mapa del Parámetro Grado de Infiltración se tomaron los cuatro (4) aspectos descritos arriba (precipitación, porosidad - permeabilidad, vegetación y pendiente transversal), y se cruzaron. Con este mapa se calculó la profundidad de la tabla de agua Hw aplicando la siguiente formula:

$$Hw\ (cm) = \frac{1}{(3R + P + 2A) + V} \times 100$$

Donde:

R = valor de la porosidad y permeabilidad del material involucrado.
P = valor de la precipitación.
A = valor de la pendiente.
V = valor de la vegetación.

Se dio mayor peso al tipo de material (porosidad y permeabilidad) y a la pendiente, debido a las características climáticas de la zona y la espacialización de la cobertura.

4.2.2 Mapa del factor de seguridad promedio fs_1.

Una vez definidos los polígonos de diferentes tipos de materiales, grado de infiltración y buzamientos vs topografía, se utilizaron los rangos establecidos para las características físicas de los diferentes tipos de material. Es decir, que se utilizaron los valores promedio de los datos de cohesión, ángulo de fricción, resistencia al corte y peso unitario para cada una de las combinaciones generadas. La *TABLA No 4.16* expone los rangos obtenidos y las variaciones según los demás parámetros.

TABLA No. 4.16 VALORES DEL ANGULO DE FRICCION, COHESION, PESO UNITARIO Y GRAVEDAD ESPECIFICA.

UNIDADES DE SUELO	SIMBOLO	ANGULO DE FRICCION grados	COHESION Kg/cm^2	PESO UNITARIO gr/cm^3	GRAVEDAD ESPECIFICA gr/cm^3
Depósitos de ladera.	Sl	30-38	0.3-0.7	1.7-2.1	1.5-1.9
Cenizas sobre arcillolitas.	Sva	25-34	0.5-0.9	1.7-2.1	1.65-1.75
Cenizas sobre depósitos de ladera.	Svl	28-37	0.5-0.9	1.8-2.1	1.68-1.9
Cenizas sobre flujos.	Svf	24-32	0.2-0.7	1.6-2.0	1.5-1.8
Depósitos de origen fluvioglaciar.	Sfg	37-43	1.0	1.8-2.1	1.6-2.4
Depósitos de remoción en masa.	Sm	25-28	0.2-0.4	1.6-1.8	1.7-1.19
Depósitos de abanicos aluviales.	Sfa	35-41	0.9	1.8-2.1	1.6-2.2
Depósitos de terraza.	St	>41	0.0	1.9-2.2	2.0
Suelos aluviales.	Sa	41	0.2	1.9-2.2	2.6
Suelos de la Formación Tilatá.	Sti	25-30	0.4-0.8	1.5-2.1	1.6-2.4
Rellenos de estériles y sobrantes.	Sr	34-37	0.4-0.7	1.9	2.0
Suelos de llanura de inundación.	Slli	30-38	0.5-0.8	1.6-1.7	1.6-2.0
Depósitos fluviocoluviales.	Sfc	27-35	0.3-0.8	1.6-2.0	1.6-1.8
UNIDADES DE ROCA	**SIMBOLO**	**ANGULO DE FRICCION grados**	**COHESION Kg/cm^2**	**PESO UNITARIO gr/cm^3**	**GRAVEDAD ESPECIFICA gr/cm^3**
Areniscas cementadas de grano fino, poco meteorizadas y diaclasadas, resistentes, duras, morfología montañosa.	Ra	35-45	1.0-3.0	1.6-2.9	2.0-2.7
Areniscas algo friables, de grano fino a grueso, meteorizadas y diaclasadas, duras. Morfología prominente, arcillolitas densas no plásticas.	Rma	32.5-39.0	0.9-2.0	1.7-2.67	1.9-2.5
Areniscas gruesas friables diaclasadas, bastante meteorizadas. Arcillolitas plásticas meteorizadas. Morfología de lomas y valles.	Rmb	29.5-33.5	0.8-1.0	1.8-2.2	1.8-2.2
Arcillolitas muy meteorizadas plásticas, morfología deprimida a ondulada.	Rb	25-30	0.4-0.8	1.5-2.1	1.6-2.4

Estos valores promedio de las características geomecánicas de los suelos y rocas fueron modificados por una constante para cada una de las zonas resultantes, según las condiciones estructurales y de relación entre el buzamiento Vs topografía que estuvieran presentes en cada combinación. La *TABLA No.4.17* muestra los factores utilizados de acuerdo con la calificación de cada parámetro. Se consideró que la gravedad específica no es afectada por las condiciones estructurales, ni por la relación topografía vs buzamiento.

TABLA No. 4.17 CONSTANTES UTILIZADAS PARA AJUSTAR LOS VALORES DE LOS NIVELES DE SUSCEPTIBILIDAD.

PARAMETROS	VALOR	ϕ y C	γ
CONDICIONES ESTRUCTURALES	1	1	1
	2	0.95	1
	3	0.85	0.97
	4	0.8	0.94
BUZAMIENTO Vs TOPOGRAFIA	1	1	1
	2	1	1
	3	0.97	1
	4	0.9	1

En la combinación de los parámetros arriba mencionados se utilizó la fórmula propuesta por C.J. Van Westen (1993), para el cálculo del Factor de Seguridad.

$$F.S_1 = \frac{C' + (\gamma - m\gamma_w)\ Z\ Cos^2\beta)Tan\phi}{\gamma\ \mathbf{Z}\ Sen\ \beta Cos\ \beta}$$

Donde:

C'= Cohesión.
Z = profundidad de la falla.
γ = peso unitario del suelo.
β = pendiente del terreno.
γ_w =Peso unitario del agua.
Z_w = profundidad de la tabla de agua sobre la superficie de falla.
ϕ = Angulo de fricción.
$M = Z_w / Z$

El calculo de Zw se obtiene de restar de la profundidad de la falla la profundidad de la tabla de agua (Z-Hw). (*Ver PARÁGRAFO 4.2.1.4. GRADO DE INFILTRACIÓN*).

Se utilizó el modelo simple de pendiente infinita unidimensional.

El factor de seguridad es calculado para cada celda del mapa, usando la información de los mapas lógicos generados y descritos en los numerales anteriores. El tamaño de la celda (pixel), es de 5m X 5m.

4.2.3 Ajuste del Factor de seguridad en condiciones normales

Como la formula utilizada para el Factor de Seguridad no contempla aspectos como la incidencia de la cobertura y el uso del suelo en la protección de taludes, se consideró que la existencia o no de la vegetación y el tipo de esta podría influir notablemente en las condiciones de estabilidad de las laderas. Para evaluar esta premisa se diseñó una relación entre los diferentes Factores de Seguridad calculados y los diferentes tipos de uso y cobertura vegetal. La ecuación que se tomó para ajustar este valor fue:

$$\mathbf{FS_{Cv} = F.S_1 \times A}$$

FS_{Cv} = Factor de seguridad considerando el uso y la vegetación.
$F.S_1$ = Factor de Seguridad sin considerar cobertura vegetal.
A = Factor de conversión según el tipo de uso y cobertura del suelo y la pendiente.

TABLA No. 4.18 VALORES DE A PARA EL FACTOR DE SEGURIDAD SEGUN LA PROTECCION DEL TALUD.

UNIDADES DE USO Y COBERTURA DEL SUELO	SIMBOLO	RANGOS DE PENDIENTE			
		0-15	15-35	35-45	>45
BOSQUE PLANTADO.	Bp	1.1	1.05	0.92	0.90
BOSQUE SECUNDARIO.	Bs	1.1	1.05	1.03	1.02
RASTROJO ALTO.	Ra	1.07	1.03	0.96	0.94
RASTROJO BAJO.	Rb	1.05	1.04	1.07	1.07
RASTROJO BAJO - PASTOS.	Rb/P	1.04	1.03	1.06	1.06
PASTOS - CULTIVOS.	C/P	1.01	1.02	1.06	1.08
CULTIVOS LIMPIOS.	C	0.98	0.95	0.9	0.86
AREAS SIN VEGETACION.	Sv	1	1	1	1
AREAS URBANAS PAVIMENTADA.	Zup	1.1	1.2	1.3	1.4
AREAS URBANAS SIN PAVIMENTAR.	Zusp	0.99	0.95	0.90	0.85

Después de la generación del mapa de FS_{Cv}, se establecieron rangos de los factores de seguridad para agrupar zonas de similar grado de estabilidad (*Ver TABLA No. 4.19*).

TABLA No. 4.19 RANGOS PARA EL FACTOR DE SEGURIDAD

RANGOS FS_{Cv}	GRADO DE ESTABILIDAD
< 1.2	Inestables
1.2-1.8	Potencialmente Inestables
1.8-3	Medianamente Estable
>3	Estable

4.2.4 Tipos de Laderas

Las actuales formas del relieve son el resultado de diferentes procesos internos y externos a lo largo de períodos relativamente largos y con intensidades que varían a lo largo de éstos. Antiguas formas de relieve son remodeladas por nuevos procesos, dejando indicios de los anteriores procesos, lo cual permite visualizar la evolución geomorfológica del área. En la zona ocupada por la Localidad de Usme los procesos geomorfológicos de mayor incidencia han sido los de origen estructural. Sobre esta morfología que es la más antigua en el sector se ha venido desarrollando un paisaje de carácter denudativo regional con geoformas localmente de acumulación. Esta combinación de paisajes le confiere al área de estudio una heterogeneidad en el comportamiento de las laderas frente a los agentes originadores de fenómenos de remoción en masa.

La disposición de materiales transportados sin consolidar sobre rocas antiguas y en diversos grados de inclinación de taludes naturales guardan por sus características un equilibrio relativo que puede ser fácilmente perturbado por la acción del hombre o por fenómenos naturales. Este equilibrio que matemáticamente se trabajó como Factor de Seguridad debe corresponder a estas diferentes formas de relieve, sin embargo, debido a la complejidad de la naturaleza, a la escasez de datos y a la incipiente adecuación de los modelos matemáticos se puede presentar algunas discrepancias. Con el propósito de detectar dichas discrepancias se elaboró una cobertura de tipo de laderas a partir del mapa geomorfológico, que se utilizó para calibrar los resultados matemáticos.

También del mapa geomorfológico se extrajo la información pertinente a las formas del relieve según el origen y la forma de las laderas que se han desarrollado (plana, cóncava, convexa). Así las diferentes geoformas presentes en el área se agruparon de acuerdo con su génesis en 5 grupos: Estructural, fluvial, mixto (fluvio - glaciar), denudativo y antrópico (*Ver TABLA No. 4.20)*. A continuación se describe brevemente cada una de estas geoformas y el factor con el que se hizo el ajuste al mapa de Factor de seguridad.

- *Origen Estructural*

Son aquellas formas de relieve producto de la actividad tectónica (fallamiento y plegamiento), involucra todas las laderas controladas por la orientación e inclinación de los estratos. En la Localidad de Usme se reconocieron las siguientes geoformas: frente estructural, plano estructural y espinazo estructural.

- *Origen Fluvial*

Son formas de relieve producto de la dinámica fluvial como terrazas, conos y planicies de inundación. En el área estas formas se presentan como terrazas altas, medias y bajas, conos

del río Tunjuelo y planicies de inundación. (*Ver PLANO No 2*).

TABLA No. 4.20 GRADO DE SUSCEPTIBILIDAD SEGÚN EL TIPO DE LADERA.

ORIGEN	LADERAS	SIMBOLO	SUSCEPTIBILIDAD	FACTOR
ESTRUCTURAL	LADERAS ESTRUCTURALES < 100 %	Eb	BAJA 2	0.19
	FRENTES ESTRUCTURALES	Ef	MUY BAJA 1	1
	ESPINAZOS ESTRUCTURALES.	Ee	MUY BAJA 1	1
FLUVIAL	TERRAZAS.	Ft	MUY BAJA 1	1
MIXTO	LADERA PLANA.	Mlp	MUY BAJA 1	1
	LADERA ALOMADA.	Mla	BAJA 2	0.90
	LADERAS CONCAVAS.	Mlc	MUY BAJA 1	0.90
	LADERAS CONVEXAS.	Mlx	ALTA 4	0.75
	LADERAS PLANO CONVEXAS.	Mls	MUY BAJA 1	1
DENUDATIVO	TALUDES DE TERRAZAS.	Dtt	MEDIA 3	0.80
	LADERAS DE LOS DRENAJES.	Dld	BAJA 2	0.90
	LADERAS ONDULADAS.	Dlo	MUY BAJA 1	1
ANTROPICO	LADERA DE EXPLOTACION.	Ale	ALTA 4	0.75
	LADERA DE RELLENOS.	Alr	ALTA 4	0.75
	TALUDES DE OBRAS CIVILES > 45.	Ata	MEDIA 3	0.80
	TALUDES DE OBRAS CIVILES <45.	Atb	BAJA 2	0.90
	TALUDES DE VIAS.	At	MEDIA 3	0.8

- *Origen Mixto*

Se definen como formas de relieve mixto aquellas provenientes de más de un proceso casi simultáneo de modelación, como el depósito fluvioglaciar, que se clasificaron en: ladera plana inclinada (Dfg de la Quebrada Bolonia) y laderas alomadas (Pedregal, Virrey y Comuneros).

- *Origen Denudativos*

Son formas de relieve de diferentes orígenes en proceso de degradación como las áreas con fenómenos de remoción en masa activos, con erosión hídrica o con erosión fluvial.

- *Origen Antrópico*

Son aquellas formas generadas por la acción del hombre sobre el relieve como áreas de explotación minera, rellenos y cortes de vías.

Las laderas que están siendo cambiadas por acción del hombre y por procesos denudativos son las que presentan mayor susceptibilidad a presentar fenómenos de remoción en masa, mientras que taludes antiguos de origen diferente a estos dos han alcanzado un equilibrio, lo que las hace menos susceptibles a la remoción en masa, entre estas están: Pendientes estructurales, terrazas y conos antiguos. La *TABLA No. 4.20* muestra los rangos de susceptibilidad por remoción en masa para cada una de las unidades determinadas.

4.3 DETERMINACIÓN DEL FACTOR DE SEGURIDAD PARA DIFERENTES ESCENARIOS

- *Variables de Disparo*

Como se mencionó anteriormente la estabilidad de las laderas naturales o los taludes hechos por el hombre tienden a inestabilizarse cuando disminuye la resistencia al corte de los materiales o cuando aumentan las fuerzas actuantes en el talud. Esta situación se puede originar por acción del hombre, por eventos sísmicos o por la ocurrencia de una precipitación de gran intensidad así sea de poca duración. En este estudio se evalúan los posibles escenarios que pueden presentarse frente a fenómenos naturales como lluvias intensas y sismos. El detonante antrópico se evalúa en la parte final del estudio, ya que esta acción es consciente y puede ser transformada a través de la restricción de los usos del suelo y de las medidas correctivas y preventivas. La *TABLA No 4.21* muestra los dos detonantes evaluados y los aspectos tenidos en cuenta para analizarlos.

TABLA No. 4.21 AGENTES DETONANTES

DETONANTE	ASPECTOS A EVALUAR
SISMICIDAD	Aceleración horizontal según: - Tipo de materiales. - Ampliaciones locales por topografía.
PRECIPITACION	- Aguaceros máximos. - Elevación máxima del nivel freático.

Para evaluar la posibilidad que falle una ladera natural o un talud frente a agentes externos o detonantes como los eventos sísmicos y la ocurrencia de una precipitación muy alta se determinó el $\mathbf{FS_{AD}}$ para diversas posibilidades, a través de la siguiente ecuación, tomada de APPLICATION OF GEOGRAPHIC SYSTEMS TO LANDSLIDE HAZARD ZONATION (C.J. Van Westen, 1993):

$$F.S_{AD} = \frac{C' - (Z\gamma \cos^2\beta - Z\,\delta Ah \cos\beta \operatorname{Sen}\beta - \gamma_w Z_w \cos^2\beta)\operatorname{Tan}\phi}{\mathbf{Z}\gamma \operatorname{Sen}\beta\cos\beta + Z\delta Ah \cos^2\beta}$$

Donde:

C'= Cohesión.
Z = profundidad de la falla.
γ = peso unitario del suelo.
δ = gravedad especifica.
β = pendiente del terreno.

γ_w =Peso unitario del agua.
$Z_{w=}$ profundidad de la tabla de agua.
ϕ = Angulo de fricción.
Ah = Aceleración horizontal.

Se analizaron nueve escenarios diferentes de acuerdo a los diferentes periodos de retorno para la precipitación y la actividad sísmica de acuerdo a como se muestra en la *TABLA No. 4.22.*

TABLA No. 4.22 PERIODOS DE RETORNO UTILIZADOS PARA LOS DIFERENTES ESCENARIOS DEL MAPA DE AMENAZA.

ESCENARIO	PERIODO DE RETORNO	
	PRECIPITACION	SISMICIDAD
1	2.3 AÑOS	SIN SISMO
2	2.3 AÑOS	50 AÑOS
3	2.3 AÑOS	500 AÑOS
4	20 AÑOS	SIN SISMO
5	20 AÑOS	50 AÑOS
6	20 AÑOS	500 AÑOS
7	100 AÑOS	SIN SISMO
8	100 AÑOS	50 AÑOS
9	100 AÑOS	500 AÑOS

4.3.1 Sismicidad

Para evaluar el grado de afectación que produce un evento sísmico en la estabilidad de las laderas se estudió la incidencia de la aceleración horizontal, tomada como una fuerza horizontal, sobre un elemento infinito del talud.

El valor de la aceleración horizontal está determinado por la magnitud máxima de un evento sísmico en un periodo de retorno determinado. Para este estudio se tomaron los valores del mapa de MICROZONIFICACION SISMICA DE SANTA FE DE BOGOTA desarrollado por INGEOMINAS y la UNIVERSIDAD DE LOS ANDES, ajustándolos a la información topográfica existente de la Localidad de Usme, a escala 1:5.000.

El período de retorno del estudio fue de 475 años y la aceleración máxima regional fue de 0.2 g. En el estudio de MICROZONIFICACION SISMICA con base en las características geomecánicas de los materiales y su respuesta a las cargas dinámicas producidas por un sismo se subdividió a SANTA FE DE BOGOTA en cinco (5) zonas definidas de la siguiente manera:

- Zona 1 – Cerros. Se caracteriza por la presencia de formaciones rocosas con ca-

pacidad portante relativamente mayor. Puede presentar amplificaciones locales de aceleración por efectos topográficos lo cual deberá evaluarse en cada caso especifico. Existen zonas de inestabilidad por efectos de las pendientes, afectadas por lluvias, fuentes de agua locales y sismos.

- Zona 2 – Piedemonte. Conformada por la zona de transición entre los cerros y la zona plana, consta principalmente de depósitos coluviales y conos de deyección. Son materiales con una gran capacidad portante en general, pero con estratigrafía heterogénea con predominio de gravas, arenas, limos y depósitos ocasionales de arcillas de poco espesor.

- Zona 3 - Lacustre A. Conformada principalmente por depósitos de arcillas blandas con profundidades mayores a 50 m. Pueden presentarse depósitos ocasionales de turbas y o arenas de espesor intermedio a bajo. Presentan una capa superficial preconsolidada de espesor variable y no mayor a 10 m.

- Zona 4 - Lacustre B. Tiene las mismas características de la zona 3 - Lacustre A, pero los depósitos superficiales (los primeros 30 a 50 m), son consistentemente más blandos que los anteriores. Además corresponde a la zona en que la profundidad hasta la roca es mucho mayor (del orden de 200 m hasta 400 m o más).

- Zona 5 - Terrazas y. Conos Se presenta predominantemente en la zona sur de la ciudad y está conformada por suelos arcillosos secos y preconsolidados de gran espesor, arenas o limos o combinaciones de ellos, pero con capacidades portantes mayores que los depósitos de las zonas lacustres A y B.

En el estudio de INGEOMINAS y la Universidad de Los Andes, los autores asumen que las propiedades de cada una de las zonas están directamente relacionadas con las características de los primeros 30 ó 50 metros de profundidad, porque son los que en últimas controlan la respuesta sísmica de cada sitio en particular.

De acuerdo con las características de la Localidad de Usme se tomaron las zonas 1, 2 y 5 del estudio MICROZONIFICACION SISMICA DE SANTA FE DE BOGOTA para generar el mapa sísmico. Lógicamente se cambió la espacialización de estas zonas de acuerdo con el detalle del presente estudio. Para cada una de las zonas se halló un valor similar de aceleración horizontal y de ampliación local por topografía. El valor asumido de la aceleración horizontal se

hizo por semejanza de las características geomecánicas de las rocas y de los depósitos con las zonas antes expuestas. Para la determinación de la ampliación local se utilizó el modelo digital del terreno (MDT) y una función de vecindad parar marcar las zonas de cambios topográficos importantes (mayor de 40°). En cada una de estas zonas se origina una ampliación, en porcentaje de la aceleración horizontal. Estos nuevos valores de aceleración horizontal incluyen las características geomecánicas y los cambios topográficos. La *TABLA No. 4.23* muestra la adecuación hecha de la aceleración horizontal para el área de estudio.

TABLA No. 4.23 VALORES DE LA ACELERACIÓN HORIZONTAL Y DE LA AMPLIFICACIÓN LOCAL.

UNIDADES DE SUELO	SIMBOLO	ACELERACIÓN HORIZONTAL	AMPLIACIÓN LOCAL
Depósitos de ladera.	Sl	0.20	25
Cenizas sobre arcillolitas.	Sva	0.24	25
Cenizas sobre depósitos de ladera.	Svl	0.30	16.6
Cenizas sobre flujos.	Svf	0.30	16.6
Depósitos de origen fluvioglaciar.	Sfg	0.30	16.6
Depósitos de remoción en masa.	Sm	0.20	25
Depósitos de abanicos aluviales.	Sfa	0.20	25
Depósitos de terraza.	St	0.20	25
Suelos aluviales.	Sa	0.20	25
Suelos de la Formación Tilatá.	Sti	0.20	25
Rellenos de estériles y sobrantes.	Sr	0.16	20
Suelos de llanura de inundación.	Slli	0.20	25
Depósitos fluviocoluviales.	Sfc	0.20	25
UNIDADES DE ROCA	**SIMBOLO**		
Areniscas cementadas de grano fino, poco meteorizadas y diaclasadas, resistentes, duras, morfología montañosa.	Ra	0.24	25
Areniscas algo friables, de grano fino a grueso, meteorizadas y diaclasadas, duras. Morfología más prominentes, arcillolitas densas no plásticas.	Rma	0.24	25
Areniscas gruesas friables diaclasadas, bastante meteorizadas. Arcillolitas plásticas meteorizadas. Morfología de lomas y valles.	Rmb	0.24	25
Arcillolitas muy meteorizadas plásticas, morfología deprimida a ondulada.	Rb	0.24	25

4.3.2 Precipitación

Como se muestra en el aparte de Climatología (*ANEXO A2*), el valor máximo de la precipitación en 24 horas es de 21.5 mm, con el cuál se hallaron los valores máximos de precipitación en 24 horas para tiempos de retorno (Tr) de 2.3, 5, 10, 20, 50 y 100 años. Con el propósito de evaluar los efectos de la precipitación máxima en un día, que se puede asemejar a la de un aguacero, se tomó el valor de 100.8 mm correspondiente a un período de retorno de 100 años.

La ecuación empírica utilizada en la primera parte de este capitulo para determinar la tabla de

agua en condiciones normales del área, establecía una correlación de los diferentes factores que influyen en el proceso de infiltración de las aguas lluvias. Como las condiciones del detonante dejan de ser las normales y con el propósito de seleccionar condiciones bastantes críticas se incremento el valor de precipitación de 1 a 4.7, que corresponde a la relación entre los valores del período de retorno a 100 años y el valor promedio normal. La ecuación final para la tabla de agua máxima que se puede presentar en la zona es:

$$\text{Nivel del agua máxima (cm) para cada celda} = \frac{1}{(3R + 4.7P + 2A) + V} \times 100$$

Donde :

R = Capacidad de carga y descarga de las rocas (Porosidad y Permeabilidad).
P = Valor de la Precipitación.
A = Pendiente del terreno.
V = Uso del suelo y cobertura vegetal.

Con base en todo lo anterior se generaron nueve mapas de factor de seguridad de los cuales en las *FIGURAS Nos. 4.2-4.7* se muestran los más interesantes.

4.4 MAPA DE AMENAZA POR REMOCION EN MASA

Básicamente el mapa de amenaza debe mostrar la probabilidad que ocurra el fenómeno estudiado. En el estudio actual se ha calculado el Factor de Seguridad para diferentes escenarios (*Ver TABLA No. 4.22*), y se han hecho los ajustes necesarios del mismo. Ahora para obtener el mapa de probabilidad de ocurrencia de falla por remoción en masa se calculó la varianza del FS final para cada celda de cada uno de los nueve escenarios. Con el valor de la varianza se calculó la desviación estándar y el área bajo la curva normal (2).

Las fórmulas aplicadas fueron:

$$Z = \frac{1-FS}{\text{☞}(FS)} \qquad P = (0.5 + Z)\ 100 \quad \text{y} \quad P = (0.5 - Z)\ 100$$

Donde :

Z = A la distancia entre el FS y la ordenada en la curva normal, siempre representa un área menor a 1.

☞ (FS) = Desviación estándar del Factor de Seguridad.
P = Probabilidad de ocurrencia de falla.

Otro detalle importante es tener presente la incidencia de cada escenario para el calculo de la probabilidad de ocurrencia de la falla. Como dicha incidencia no es igual se utilizó la ponderación que se muestra en la *TABLA No. 4.24* y de esta forma generar un mapa de amenaza más real que no está distorsionado por eventos cuya probabilidad de ocurrencia es muy baja en un futuro cercano.

TABLA No. 4.24 PONDERACIÓN APLICADA PARA CADA ESCENARIO DEL MAPA DE AMENAZA.

ESCENARIO	PONDERACION
1	2.4/9
2	1.25/9
3	0.5/9
4	1.5/9
5	1/9
6	0.4/9
7	1.25/9
8	0.5/9
9	0.2/9

Areas dinámicas

El mapa de amenaza resultante se ajustó con el mapa de áreas dinámicas (*Ver FIGURA No 2.5*). Este mapa constituye un buen indicativo de las áreas inestables, porque combina otros factores que los modelos matemáticos no toman en cuenta, tales como el origen y evolución de las geoformas, la presencia de áreas antiguas, potencialmente activas de fenómenos de remoción en masa.

El mapa de áreas dinámicas fue elaborado con fotografías aéreas de la década de los 70 y de hace uno ó dos años. En el se marcaron los diferentes procesos antiguos y los actuales.

Los principales procesos cartografiados fueron:

Escarpe erosivo doble.
Escarpe erosivo.
Escarpe de terraza.
Zonas de rocas sueltas.
Abanico fluvial estabilizado y disectado muy antiguo.
Flujo fluvioglaciar estabilizado y disectado muy antiguo.
Pequeños flujos de escombros.
Deslizamientos menores translacionales.

Acequias.
Zonas con reptación.
Zona mal drenada.
Zonas con cárcavas antiguas.
Escarpe de deslizamiento.
Zonas con deslizamientos pequeños y superficiales.
Zona de caída de rocas.
Escarpe de cárcava.
Cicatriz de fenómeno de remoción en masa.

Las zonas delimitadas fueron:

Zona de cantera.
Antiguas zonas de canteras.
Zona de explanación y/o relleno.
Zonas de relleno.
Zonas de erosión hídrica.
Zonas de erosión difusa.
Zonas de socavación.

Con base en las características de las anteriores unidades superpuestas al mapa inicial de amenaza se ajustaron los niveles de probabilidad de ocurrencia del fenómeno de inestabilidad (*VER TABLA No. 4.25*). El *PLANO No. 5* muestra el resultado final de este proceso.

TABLA No. 4.25 FACTOR DE AREAS DINAMICAS EMPLEADO PARA EL AJUSTE DEL MAPA DE AMENAZA

ZONAS	FACTOR DE MODIFICACION
Zona de cantera.	Incrementa el porcentaje de probabilidad de falla en 1.5.
Antiguas zonas de cantera.	Incrementa el porcentaje de probabilidad de falla en 1.3.
Zona de explanación y/o relleno.	Incrementa el porcentaje de probabilidad de falla entre 1.2 y 1.5.
Zonas de relleno.	Incrementa el porcentaje de probabilidad de falla en 1.2.
Zonas de erosión hídrica.	Incrementa el porcentaje de probabilidad de falla en 1.1.
Zonas de erosión difusa.	Incrementa el porcentaje de probabilidad de falla en 1.05.
Zonas de socavación.	Incrementa el porcentaje de probabilidad de falla en 1.2.

4.4.2 Leyenda del mapa de amenaza por remoción en masa

Se dividió el mapa de amenaza por remoción en masas en 4 rangos: Muy alta, Alta, Media y Baja. La leyenda para cada una de estas zonas se expone en la *TABLA No 4.26.*

TABLA No. 4.26 LEYENDA DEL MAPA DE AMENAZA POR FENOMENOS DE REMOCION EN MASA.

AMENAZA	DESCRIPCION
MUY ALTA	La probabilidad que ocurra la falla es mayor del 85%. Incluye principalmente los taludes de las quebradas, de las vías y de las canteras y cubre el ****% del área.
ALTA	La probabilidad que ocurra la falla esta entre el 50 y el 85%. Comprende principalmente las zonas de explotación y los taludes naturales por el hombre y cubre el ***% del área.
MEDIA	La probabilidad que ocurra la falla es menor del 50%. Corresponde principalmente los depósitos intervenidos por el hombre y cubre el ****% del área.
BAJA	La probabilidad que ocurra la falla es menor del 25%. Cubre depósitos bien consolidados y parte del macizo rocoso y cubre el ****% del área.

CAPITULO 4

TABLA DE CONTENIDO

4. EVALUACION DE LA AMENAZA. 38

4.1 GENERALIDADES. 38
4.1.1. El Factor de Seguridad. 38

4.2 ZONAS HOMOGÉNEAS DE SIMILAR ESTABILIDAD EN CONDICIONES NORMALES O SUSCEPTIBILIDAD A LA REMOCION EN MASA. 39
4.2.1 Parámetros evaluados. 39
4.2.1.1. Pendiente. 40
4.2.1.2 Tipo de material. 42
4.2.1.3. Relación pendiente de los taludes y buzamiento de las capas. 47
4.2.1.4. Grado de Infiltración. 49
4.2.2 Mapa del factor de seguridad promedio fs_1. 53
4.2.3 Ajuste del Factor de seguridad en condiciones normales. 56
4.2.4 Tipos de Laderas. 57

4.3 DETERMINACIÓN DEL FACTOR DE SEGURIDAD PARA DIFERENTES ESCENARIOS.59
4.3.1 Sismicidad.60
4.3.2 Precipitación. 62

4.4 MAPA DE AMENAZA POR REMOCION EN MASA. 63
4.4.2 Leyenda del mapa de amenaza por remoción en masa. 65

5. ANALISIS DE VULNERABILIDAD

5.1 VULNERABILIDAD GENERAL DE LA LOCALIDAD DE USME

El proceso mediante el cual se determina el nivel de exposición y predisposición a la pérdida de un elemento o grupo de elementos ante una amenaza especifica, constituye el análisis de vulnerabilidad.

La exposición de los elementos se refiere al grado de amenaza a que se ve expuesto un elemento, debido a la ubicación de este dentro del radio de acción del fenómeno amenazante y a la intensidad en ese punto del mismo fenómeno.

La predisposición de los elementos se refiere a la capacidad que tienen estos a resistir la intensidad del fenómeno amenazante y a la capacidad de restablecer las condiciones normales o resilencia.

Los elementos bajo riesgo se pueden clasificar como físicos (construcciones, obras de mitigación), humanos (población) y de puntos y líneas vitales (redes de los servicios públicos, vías, centros de abastecimientos). Teniendo en cuenta que el mapa de amenaza por remoción en masa presenta áreas pequeñas de amenaza muy alta y alta, se realizó una evaluación general de la vulnerabilidad física, humana y de puntos y líneas vitales, considerando fenómenos de desplazamiento lateral (m/año) y de impactos (m^3 con v= 1m/seg) que son los característicos en el área de estudio. La consultoría está de acuerdo con Loobe en clasificar la intensidad de estos fenómenos como baja.

Analizada la vulnerabilidad en toda el área de estudio se reajusta el mapa final con el análisis de exposición y predisposición de las áreas de amenaza alta y muy alta. La *TABLA No. 5.1* resume lo anteriormente expuesto.

TABLA No. 5.1 PARAMETROS PARA EL ANALISIS DE LA VULNERABILIDAD

NIVEL DEL ESTUDIO	DESCRIPCION	ASPECTOS A EVALUAR
GENERAL 1 : 10.000	**Vulnerabilidad Física de la Localidad de Usme.**	• Tipos de construcción. • Densidad de la construcción.
	Vulnerabilidad Humana de la Localidad de Usme.	• Densidad de la población. • Equipamiento. • Organización comunitaria.
	Vulnerabilidad de Puntos y Líneas Vitales.	• Afectación de redes de servicios públicos. • Afectación sobre líneas vitales. • Afectación de puntos vitales.

TABLA No. 5.1 PARAMETROS PARA EL ANALISIS DE LA VULNERABILIDAD (Continuación)

NIVEL DEL ESTUDIO	DESCRIPCION	ASPECTOS A EVALUAR
LOCAL 1 : 5.000	**Vulnerabilidad de las Areas de Amenaza Muy Alta y Alta por fenómenos de remoción en masa.**	• **Exposición de los elementos bajo riesgo.** Distancia del fenómeno desastroso. Tipo del fenómeno desastroso. • **Predisposición de los elementos bajo riesgo.** Resistencia de los diferentes elementos bajo la amenaza. Capacidad de restablecer las condiciones iniciales, después del desastre.

5.1.1. Vulnerabilidad física

La evaluación de la vulnerabilidad física estudia la capacidad de respuesta o resistencia de las edificaciones y obras de mitigación frente a un evento desastroso. El resultado de esta evaluación se presenta como el porcentaje de daños o pérdidas de éstos, únicamente en las edificaciones.

Para poder evaluar la vulnerabilidad general de Usme, fue necesario asumir una amenaza general para toda el área; por lo tanto, se analizó la predisposición de los elementos frente (expuestos) a un fenómeno de remoción en masa de intensidad baja.

Para la evaluación de la vulnerabilidad física se tuvo en cuenta la forma o tipo de viviendas (estructuras, materiales y entorno) y la densidad de construcción (porcentaje de área construida), de tal manera que al superponer estos dos mapas se llegó a una aproximación de la magnitud del daño.

5.1.1.1. Tipología de la construcción

La clasificación de las áreas homogéneas según el tipo de viviendas se realizó teniendo en cuenta los tipos de materiales utilizados, área construida, la forma constructiva y su entorno. El mapa fue elaborado a escala 1:25.000; partiendo de la información de campo y de las fotografías aéreas, se establecieron 5 tipologías: Unidades planificadas consolidadas, Unidades no planificadas consolidadas, Unidades unifamiliares semiconsolidadas, Unidades unifamiliares en materiales de desecho y áreas sin urbanizar.

- *Unidades planificadas consolidadas*

Son aquellas viviendas que fueron construidas de manera planificada por empresas constructoras, dentro de los requerimientos de los proyectos de viviendas de interés social. Al tener este origen, las viviendas cuentan con todos los servicios públicos básicos, complementarios y con infraestructura (vial, comunitaria, salud), claramente definida.

Estas urbanizaciones varían en la geometría de su lote pero tienen un área aproximada de 40 m^2; las urbanizaciones poseen soluciones de vivienda que varían entre unifamiliares (Valles de Cafam, Las Quintas, Chuniza), bifamiliares (Marichuela) y multifamiliares (La Andrea); otras urbanizaciones (Andrea y Aurora) tienen soluciones mixtas (bifamiliares y multifamiliares). En cuanto a las vías, estas se encuentran pavimentadas casi en su totalidad.

Las viviendas tienen entrepiso de concreto, muros de ladrillo y bloque y la totalidad de ellas tienen columnas.

- *Unidades no planificadas consolidadas*

Agrupa todas las construcciones de vivienda que por iniciativa individual, se desarrollaron durante los años 70 y 80, y que poseen actualmente todos los servicios básicos y complementarios. Las vías se encuentran en un 70% pavimentadas, los centros de salud, educación y centros comunitarios se encuentran definidos y las áreas recreativas son escasas y de poca extensión. Los lotes tienen un área promedio de 48 m^2 , son viviendas de 1 o 2 pisos con adecuaciones para las zonas comerciales, con esporádicos edificios de 4 a 5 pisos.

Estructuralmente, las viviendas presentan columnas y vigas de amarre: 2 frontales y 2 longitudinales con entrepiso de concreto y muros de ladrillo y bloque.

Los espacios están definidos y las áreas de baño y cocinas están separadas de los dormitorios. Más del 80% de área está construida.

- *Unidades unifamiliares semiconsolidadas*

Corresponden a las viviendas construidas en barrios recientes (menos de 15 años), por iniciativa privada que poseen 1 o 2 servicios públicos básicos (ilegal o legal), la mayoría de las vías están sin pavimentar. Las áreas comunitarias en su mayoría están sin construcción o en procesos de construcción.

Los lotes tienen un área para construir de 48 m^2, el baño se encuentra adecuado como pozo séptico (generalmente en material de desecho) y la cocina no tiene espacio independiente. Más del 40% del área se encuentra sin construir.

Estructuralmente, tiene vigas y columnas no simétricas (algunas inconfinadas); los materiales en términos generales son perdurables (ladrillo, cemento, eternit prefabricado). Existen viviendas con materiales de desecho, pero no alcanzan el 10% del total de las construcciones.

- *Unidades unifamiliares en materiales de desecho.*

Son aquellas viviendas donde los procesos de urbanización son recientes y de iniciativa individual; carecen de los servicios básicos y complementarios, las vías se encuentran apenas trazadas.

Los lotes tiene un área aproximada de 38 m^2, generalmente, las casas poseen una sola habitación y un baño (independiente). Las construcciones están hechas con materiales no perdurables como madera, plásticos y tejas de zinc.

- *Areas sin urbanizar*

Comprende la zona rural, las zonas de parques y las zonas de explotación.

5.1.1.2. Densidad de la construcción

Con las fotografías aéreas de 1997 y las visitas a campo se establecieron zonas de diferente densidad de construcción, estableciendo una relación entre el área construida y el área loteada, que es expresada en porcentaje. Se determinaron 5 zonas homogéneas según el porcentaje construido.

- *Densidad muy baja de construcción*

Son aquellas zonas donde menos del 10% del área está construida y corresponde a las áreas rurales, canteras y zonas de reserva forestal.

- *Densidad baja de Construcción*

Zonas en proceso de urbanización donde el área construida varia entre el 10% y el 40% del área loteada.

- *Densidad media de construcción*

Zonas urbanas semiconsolidadas con un 40 al 60 % del área construida.

- *Densidad alta de construcción*

Zonas urbanas semiconsolidadas en proceso de consolidación con un área construida del 60 al 80%; generalmente las áreas comunales y/o educativas se encuentran sin construir.

- *Densidad muy alta de construcción*

Zonas urbanas consolidadas, con un área construida mayor del 80%, que puede estar legalizada o no.

5.1.1.3. Estimación de la vulnerabilidad física

Con el propósito de analizar el porcentaje de daños o pérdidas que pueden presentarse se utilizó una escala de 0 a 10. El número 10 representa daños en toda la edificación y el número 0 lo contrario.

Con base en lo anterior se establecieron los siguientes valores, según el tipo de vivienda:

Zonas sin urbanizar.	3
Unifamiliares en materiales de desechos.	10
Unifamiliares semiconsolidadas.	5
Unifamiliares no planificadas consolidadas.	2
Unifamiliares planificadas consolidadas.	1

Para la densidad de la construcción se tomó el valor numérico mayor de cada uno de los rangos del porcentaje construido y se llevo a la escala escogida:

Densidad muy baja de Construcción.	1
Densidad baja de Construcción.	4
Densidad Media de Construcción.	6
Densidad Alta de Construcción.	8
Densidad Muy Alta de Construcción.	10

Como la posibilidad de daños esta íntimamente relacionada con la densidad y el tipo de vivienda, cruzaron los dos mapas asignándole más peso al mapa de tipología de la construcción.

En la *FIGURA No. 5.1* se observa la distribución de la vulnerabilidad física en el área. Las características de cada una de ellas son:

- *Zonas de vulnerabilidad física muy baja*

Son fundamentalmente las áreas rurales, urbanizadas consolidadas, y de explotación minera, que ocupa la mayor parte de la localidad.

- *Zonas de vulnerabilidad física baja*

Agrupa las urbanizaciones consolidadas no planificadas.

- *Zonas de vulnerabilidad física media*

Son aquellas donde la densidad es baja en sectores de unidades unifamiliares semiconsolidadas como en los barrios San Pedro, Tihuaque, Santa Rosita, El Bosque y en barrios de unidades planificadas consolidadas y densidad muy alta como Marichuela, La Aurora y Valles del Cafam.

- *Zonas de vulnerabilidad física alta*

Comprende las áreas con urbanizaciones semiconsolidadas y algunos con unidades en materiales de desecho.

- *Zona de vulnerabilidad física muy alta*

Areas de unidades con materiales de desecho en densidades bajas y muy altas (Compostela I y Danubio Azul) y unidades unifamiliares semiconsolidadas con densidades altas y muy altas (El Bosque, San Felipe, La Reforma).

5.1.2. Vulnerabilidad de la población

La vulnerabilidad socioeconómica se puede decir, que es el grado de susceptibilidad de un grupo humano ante una determinada amenaza.

De acuerdo con la definición de Gustavo Wilches, (1989), vulnerabilidad es la posibilidad de adaptación y de respuesta que tiene la población frente a la ocurrencia de un fenómeno natural, la cual depende de las características sociales y económicas del grupo y del grado de exposición a la amenaza en que se encuentre dicha comunidad.

Así se tienen diferentes tipos de vulnerabilidad, a saber: física, económica, social, cultural y global y evidentemente la población desprotegida, la cual vive en condiciones de marginamiento de todo tipo y es la que tiene una mayor vulnerabilidad frente a la amenaza.

El crecimiento y desarrollo de asentamientos urbanos en áreas no aptas para la construcción de vivienda, conlleva consecuencias negativas en la población, sus bienes e infraestructura, causando enormes pérdidas tanto económicas como humanas.

La población que habita en las diferentes zonas de amenaza de Usme, como se ya se ha mencionado, se caracteriza por vivir en condiciones socioeconómicas deplorables, ya que es de bajos recursos, con un porcentaje importante de habitantes en situación de miseria y el resto con necesidades básicas insatisfechas, encontrándose en una situación de marginamiento social, económico y cultural.

En general, la población del área de estudio tiene, como se mencionó antes, una vulnerabilidad física variable, por la diversidad en la calidad de las viviendas, construidas con técnicas no apropiadas, con materiales de buena calidad no permanentes, con una disponibilidad precaria de servicios básicos, con las aguas negras corriendo sobre la superficie y en general, con un mal manejo del entorno.

- *Aspecto económico*

Un alto porcentaje de la población dispone de bajísimos ingresos. Gran parte de la Población Económicamente Activa (PEA) carece de empleo permanente, bien remunerado y con prestaciones sociales; trabajan en diferentes actividades del sector informal, fundamentalmente, como vendedores ambulantes, chatarreros y otros oficios en la Central de Abastos de la capital, lo cual significa que su capacidad adquisitiva es muy baja, al igual que su calidad de vida.

Esta situación se debe fundamentalmente, no sólo a la mínima oferta de empleo en el Distrito Capital, sino al bajo nivel educativo de estas personas, pues la mayoría solo tiene un nivel primario inconcluso, existiendo un número considerable de población adulta e infantil analfabeta; por ello, carecen de una calificación técnica que los habilite para otro tipo de empleo.

La principal fuente de empleo para las mujeres son los oficios domésticos.

Por lo tanto, su vulnerabilidad económica se acentúa, pues la población no posee la capacidad económica de restituir los medios de subsistencia del grupo familiar, después de un desastre.

- *Social*

En lo referente a las relaciones intrafamiliares y comunitarias importantes, especialmente en estos barrios de origen subnormal donde los desarrollos de infraestructura y de equipamiento del barrio, se llevan a cabo a través del trabajo comunitario.

De acuerdo con este contexto, uno de los barrios que representa una mayor vulnerabilidad, es el de Sierra Morena, porque su organización comunitaria es incipiente y no existe una alta cohesión social entre sus habitantes.

- *Cultural*

Respecto a lo cultural, existe un marginamiento en general de la población de la zona de amenaza, que se acentúa especialmente en los Barrios de Sierra Morena y Alto de los Pinos, haciéndolos más vulnerables que los demás.

Debido a su marginamiento cultural, la población difícilmente tiene acceso a los diferentes organismos del Estado, como los de prestación de servicios sociales, sistemas jurídicos y administrativos, especialmente el distrital. Por esta razón, la población ha sido fácilmente engañada por los intermediarios que venden los lotes sin ninguna escritura pública que respalde la negociación, sin que hasta el momento se hayan presentado reclamaciones legales concretas, para que se obligue a dichos vendedores a solucionar esta situación.

- *Equipamiento*

A lo anterior se suma, que a pesar de conocerse la posible amenaza en que se encuentra la población por parte de la administración distrital y el conocimiento que de éste tiene la comunidad, no existe una mínima preparación por parte de los habitantes del área en mención, carecen de la mínima información requerida para saber qué hacer, en el caso eventual de la ocurrencia de un desastre, aumentando en esta forma la vulnerabilidad tanto física, como socioeconómicamente y por lo tanto la gravedad de sus consecuencias.

Por ejemplo, la zona de estudio en general, carece de suficientes áreas comunales y centros de atención que pudieran atender o alojar temporalmente a la población afectada; no existen sistemas de vigilancia, ni de alarma, ni de información para la prevención y atención de desastres a nivel local; tampoco se tienen planes operativos a nivel de la comunidad y mucho menos, los habitantes han sido capacitados y educados para manejar situaciones de desastre.

- *Densidad de la población total*

A nivel de toda la localidad de Usme, se analizaron algunos parámetros socioeconómicos relacionados con la densidad de población total, según el censo de población de 1993 y la infraestructura educativa y de salud, presente en el momento del estudio. Para la realización del censo de población de 1993, Usme se dividió en 32 sectores censales, la población de cada uno de ellos, al igual que la densidad total de población se observa en la *TABLA No. 5.2*.

TABLA No. 5.2 POBLACION TOTAL POR SECTORES Y DENSIDAD TOTAL

SECTORES	POBLACION TOTAL-1993	AREA Has	HABITANTES/ Ha	% MUJERES
Santa Marta- San Juan de Usme	7.497	80	93.7	50.5
Santa Librada Norte	16.856	41.6	405.2	51.1
Marichuela Norte	10.503	37.6	279.3	52.0
A. Padilla - Yomasa	9.627	25.2	382	50.0
A.Sucre, Rubí, Triunfo	11.048	61.5	179.6	51.0
Aurora II	16.098	63.6	253	52.0
El Danubio	8.792	79.3	111	50.3
El Porvenir, El Eden	6.352	110.9	57.3	49.8
Granada	3.208	33.8	95	53.0
Aurora, El Cortijo	17.543	40.5	433.2	51.2
Almirante Padilla	6.470	16.0	404.4	50.5
Betania, Urb. Armero	8.342	46.0	181.3	50.7
Tunjuelito	14	84.8	0.16	50.0
Marichuela Sur	1.986	19.3	103	51.0
El Virrey	10.101	67.7	149.2	51.1
Barranquillita	4.947	80.5	61.5	50.7
Duitama	11.288	53.7	210.2	52.0
Alaska	10.294	77.3	133.2	51.0

TABLA No. 5.2 POBLACION TOTAL POR SECTORES Y DENSIDAD TOTAL (Continuación)

SECTORES	POBLACION TOTAL-1993	AREA Has	HABITANTES/ Ha	% MUJERES
Gran Yomasa.	851	49.6	17.2	49.0
Charala.	1.677	65	26	47.0
Chumiza.	428	130.3	3.3	51.2
Alcantuz, Esperanza Sur.	8.350	73	114.4	51.4
Juan José Rondón.	502	34.1	14.7	53.1
Antonio José de Sucre.	3.234	42.3	76.5	51.0
Serranias.	2.444	45.3	5.4	49.2
San Ignacio.	3.782	10.83	350	50.0
San Martin.	8.680	31.72	273.6	50.0
Flora - Buenos Aires.	18.700	56.2	332.7	50.0
San Pedro.	5.808	17.7	328	50.0
Arrayanes.	16.500	58.43	2824	50.0
Las Violetas.	1.500	7.3	205	50.0
El Bosque km 11.	750	13.7	54.7	50.0
TOTAL	218.334	2703.92		

Fuente : DANE, Censo Nacional de Población , 1993

- Calidad de vida

De acuerdo con el Censo Nacional de Población de 1993, la población total es de 218.334 habitantes, con un promedio de 6.823 personas por sector, que ocupan 37.847 viviendas, de las cuales el 85.5% corresponde a casas y el porcentaje restante a apartamentos, con un promedio de 5.7 personas por vivienda. (*Ver TABLA No. 5.3)*.

TABLA No. 5.3 POBLACION TOTAL, NUMERO VIVIENDAS Y PROPORCION DE VIVIENDAS CON SERVICIOS SEGÚN CENSO NACIONAL DE POBLACION DE 1993

SECTORES	TOTAL CASAS	TOTAL VIVIENDAS	% VIVIENDAS CON ENERGIA	% VIVIENDAS CON ACUEDUCTO	% VIVIENDAS CON ALCANTA-RILLADO.	% VIVIENDAS CON TELEFONO	% VIVIENDAS SIN NINGÚN SERVICIO
Santa Marta- San Juan de Usme	829	898	89.2	94.0	96.1	82.4	1.0
Santa Librada Norte	1985	2239	87.1	92.1	93.5	82.5	1.0
Marichuela Norte	551	2623	90.0	91.0	90.1	75.6	1.0
A. Padilla - Yomasa	1114	1249	92.0	93.2	97.5	83.0	1.6
A.Sucre, Rubí, Triunfo	1965	2075	90.4	74.0	82.3	71.0	1.6
Aurora II	2042	3328	93.2	94.2	95.0	80.2	0.4
El Danubio	1641	1719	76.2	62.0	21.2	0.7	0.64

TABLA No. 5.3 POBLACION TOTAL, NUMERO VIVIENDAS Y PROPORCION DE VIVIENDAS CON SERVICIOS SEGÚN CENSO NACIONAL DE POBLACION DE 1993
(Continuación)

SECTORES	TOTAL CASAS	TOTAL VIVIENDAS	% VIVIENDAS CON ENERGIA	% VIVIENDAS CON ACUEDUCTO	% VIVIENDAS CON ALCANTARI-LLADO	% VIVIENDAS CON TELEFONO	% VIVIENDAS SIN NIGUN SERVICIO
El Porvenir, El Eden	1083	1136	78.4	75.0	69.1	31.0	13.0
Granada	660	663	96.0	97.5	95.1	86.0	5.53
Aurora, El Cortijo	1944	2390	96.4	96.0	90.0	87.0	0.2
Almirante Padilla	531	1232	88.0	90.0	91.0	41.0	1.3
Betania, Urb. Armero	876	988	92.3	84.2	86.0	71.0	1.0
Tunjuelito	4	4	100.0	100.0	50.0	50.0	-----
Marichuela Sur	470	480	91.0	92.0	89.0	76.0	0.6
El Virrey	1254	1310	89.4	93.2	85.1	83.3	1.5
Barranquillita	976	1012	82.0	51.5	27.0	2.20	11.2
Duitama	2196	2549	90.0	86.2	82.4	67.3	2.0
Alaska	1996	2051	86.4	48.0	11.0	1.0	8.9
Gran Yomasa	182	186	79.1	44.0	20.0	3.2	5.4
Charala	367	376	82.2	34.0	16.4	0.5	4.8
Chumiza	89	89	75.4	64.0	3.2	0.0	17.9
Alcantuz, Esperanza Sur	1463	1521	93.1	85.5	37.2	51.2	2.1
Juan José Rondón	88	94	86.4	85.1	20.2	2.14	5.3
Antonio José de Sucre	557	572	92.0	97.3	49.0	43.0	2.5
Serranías	475	498	91.0	73.0	66.2	30.0	3.2
San Ignacio	102	105	90.0	60	20	2	6.3
San Martín	1840	1945	92.0	55	15	1	8.5
Flora - Buenos Aires	2390	2450	80.0	70	33	25	7.3
San Pedro	560	660	90.0	30	15	2	8
Arrayanes	1740	1860	92.0	45	25	3	5.5
Las Violetas	320	350	80.0	10	5	1	8.5
El Bosque km 11	85	93	85.0	20	40	1	9.2
TOTAL/ PROMEDIO	***32.375***	***37.847***	***63.56***	***67.46***	***45.64***	***30.43***	***5.59***

FUENTE *: DANE, Censo Nacional de Población, 1993*

Los servicios básicos presentan deficiencias tanto en cobertura, como en calidad. Las viviendas que poseen servicios básicos, como energía eléctrica, acueducto y alcantarillado, constituyen el 60%, alcanzando los dos primeros la cobertura más alta (el 63.56% y 67.4% respectivamente) y sólo el 45.64% de las viviendas disponen del servicio de alcantarillado, que en la mayoría de los casos es de construcción comunal, lo cual implica deficiencias técnicas, y muchos de ellos hasta el momento, no han sido recibidos por la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá. Otro servicio con una difusión media es el telefónico, únicamente el 30.4% de las viviendas disponen de él.

De acuerdo con esta información, en promedio para la localidad de Usme, el 5.6% de las viviendas no disponen de ningún tipo de servicio básico. Pero lo alarmante es la situación de los sectores El Porvenir-Eden, Barranquillita y Chumiza, donde el 13.0%, 11.2% y el 17.9% de las viviendas carecen de todos los servicios.

- *Servicio de salud*

Para atender el servicio de salud de toda la localidad de Usme**,** se dispone de un Hospital de Primer Nivel, de tres Centros de Atención Médica Inmediata, seis Unidades Primarias de Atención y cuatro Unidades Básicas de Atención, cuya ubicación se observa en la *TABLA No. 5.4*.

TABLA No. 5.4 INFRAESTRUCTURA DE SALUD EN LA LOCALIDAD DE USME

CENTROS	UBICACION
Un Hospital de primer nivel	Usme (cabecera)
CAMI	Usme
CAMI	Diana Turbay Diag 48 X Bis N°1-76 sur
CAMI	Santa Librada Cll 88 sur N° 39 A- 35 Este
UPA	San Agustín Cra 50 Este N° 49-62 sur
UPA	Santa Marta Cra 27 N° 86 A- 29 sur
UPA	San Juan Bautista Cra 36 Este N° 89 B -95 sur
UPA	Betania Cra 44 Este N° 84 -25 sur
UPA	Yomasa Calle 86 B Sur N° 10-49 Este
UBA	Lorenzo Alcantuz Cra 54 Calle 103 sur
UBA	La Flora Cra 15 Este N° 74 B- 44 sur
UBA	La Reforma Costado izq. Alfonso López
UBA	La Unión Km 18 Vía Sumapaz
UBA	El Destino Km 7 Vía San Juan de Sumapaz

Fuente : Hospital de Usme, 1998
CAMI : Centro de Atención Médica Inmediata
UPA : Unidad Primaria de Atención
UBA : Unidades Básicas de Atención

En general, se presta atención a todas las personas de la localidad vinculadas al hospital, así no estén inscritos en ningún régimen subsidiado de salud y el costo del servicio está de acuerdo con los ingresos económicos de cada usuario. Se calcula que únicamente el 15% de la población de la localidad, está inscrita en un régimen subsidiado de salud como lo ordena la ley.

El hospital cuenta con un Sistema Local de Emergencia para llevar a cabo medidas de contingencia en caso necesario, habilitando los pocos Centros Comunales existentes en la localidad.(*Ver FIGURA No 5.2*)

- *Educación*

En cuanto a la infraestructura de educación en la localidad de Usme, se tienen 48 Centros Educativos Distritales, cada uno de cuales cuenta con una sede (*Ver TABLA No. 5.5)*. Además existen 60 establecimientos educativos privados. Sin embargo, la infraestructura tanto física, como académica es deficiente, como se ha mencionado anteriormente y no disponen de cupos suficientes para abastecer la demanda de educación básica para todos los niños que se encuentran en edad escolar.

TABLA No. 5.5 INFRAESTRUCTURA DE EDUCACION 1998

CENTROS EDUCATIVOS	UBICACION
Alaska	Km 11 vía Usme
Almirante Padilla	Cra 43 Este N° 85- 36 sur - Cra 45 E N° 87-29 sur - Calle 86 Sur N° 43 - 41 Este
Antonio José de Sucre	Cll 106 s Cra Este
Barranquillita	Diag 71 F sur N° 1A - 41 Este
Betania	Transv 47 Bis N °88- 28 sur
Brasilia	Clle 88Sur Cra 35 B Este
Brazuelos	Cll 104 sur N° 47 - 20 Este
Chico Sur	Cra 57 Este N° 89 - 33 Sur
Chizaca	Km 27 vía Sumapaz
Chuniza	Cll 90 Sur Cra 51 C Este
Danubio Azul	Cll 56 Sur N° 1 Este
De Usme	Calle 10 N° 5- 39
El Bosque	Av. Yomasa Autopista al Llano
El Cortijo	Cll 90 A Sur N° 37 A-21 Este
El Curubital	Km 15 vía Sumapaz
El Destino	Km 8 vía Sumapaz
El Hato	Km 15 vía Sumapaz
El Uval	Av Uval Autopista al Llano
El Virrey José Solis	Cra 53 A Este N° 92-25 Sur
Estanislao Zuleta	Cra 7 A Este N° 92- 57 sur
Fabio Lozano Simonelli	Cra 45 Este N° 85 - 31 sur
Gran Yomasa	Calle 84 Bis sur N° 49- 00 Este
La Alborada	Km 3 Autopista al Llano
La Argentina	Km 12 vía Sumapaz
La Aurora	Diag 91 sur N° 29 A - 50 Este
La Mayoría	Km 19 vía Sumapaz
La Unión - Usme	Km 24 vía Sumapaz

TABLA No. 5.5 INFRAESTRUCTURA DE EDUCACION 1998
(Continuación)

CENTROS EDUCATIVOS	UBICACION
Las Mercedes	Km 17 vía Sumapaz
Lorenzo Alcantuz	Cll 102 A sur N° 54 - 29 Este
Los Andes	
Los Arrayanes	Km 14 vía Sumapaz
Los Comuneros	Cra 46 Este N° 92 A - 31 sur
Los Tejares	Cra 412 B Este N° 82- 00
Miguel de Cervantes Saavedra	Diag 90 sur N° 44 -20 Este
Monte Blanco - Serranías	Cll 95 sur N° 49-99 Este
Nuevo San Andrés de los Altos	Diag 91 sur N ° 27 -21 Este
Olarte	Km 3.5 vía Sumapaz
Puerta la Llano	Diag 111 Sur Tranv 7 F Autopista al LLano
Santa Librada	Cra 40 Este N° 86- 34 sur
Santa Marta	Cra 28 Este N° 85 - 46 sur
Tenerife	Calle 91 A sur N° 49 -51
Usminia	Tranv 49 C Este N° 103 A -69 sur
Valle del Cafam	Cra 46 Este N° 94 - 93 sur
Vianey	Cll 89 sur N° 33 - 21 Este
Villa Hermosa	Km 3 Autopista al LLano

Fuente : Cadel Usme, 1998

Según el Centro Administrativo Local CADEL, se ha implementado el proyecto educativo institucional PEI, siguiendo las normas del Ministerio de Educación, el cual debe implementar cada centro docente mediante la convocatoria de la comunidad educativa para llevar a cabo la selección del tema o proyecto de vida alrededor del cual, conjuntamente deben trabajar día a día.

Algunos proyectos establecidos en la localidad de Usme, son la tolerancia, la convivencia, el derecho a la vida y la informática, pero hasta el momento no existe un proyecto concreto sobre la prevención de desastres; sólo se sabe que la Upes hizo una encuesta en cada escuela respecto al tema, pero el CADEL desconoce los resultados.

- *Comité local de emergencia (CLE)*

El Comité Local de Emergencia CLE, se encuentra en estado de organización incipiente y afronta serios problemas, como son la falta de recursos económicos y la inexistencia de archivos o materiales que consignen el trabajo realizado por los CLE anteriores, lo cual impide una continuidad en los planes de emergencia, pues éstos no existen. Aunado a lo anterior, se suma la poca importancia que hasta el momento se la ha dado por parte de los miembros del Comité, la administración y el desconocimiento fiscal enfocado hacia el manejo de los escasos recursos económicos que se disponen.

Sólo, recientemente tuvieron acceso a una oficina para funcionar, la cual fue cedida por la Dirección de Salud local.

Por otro lado, la administración local enfrenta problemas, debido al decreto 176 del último Alcalde del Distrito, el cual reduce la inversión en los barrios subnormales del 10% al 2% del presupuesto, impidiendo la construcción de cualquier tipo de infraestructura necesaria en dichos barrios para mitigar problemas existentes.

Por esta razón, la localidad no tiene facultades para contratar directamente la construcción de pequeños proyectos que planteen soluciones inmediatas a problemas de los barrios. Actualmente, deben presentarse los proyectos a la administración distrital y su implementación es contratada a través de la Unidad Ejecutora Local, demorando el proceso. Por ello, estos procedimientos son tomados como trabas para la administración local.

Tampoco pueden citar a funcionarios distritales para la discusión de temas importantes para la localidad, mecanismo que se utilizaba para encontrar soluciones en forma más rápida, sino cursarles invitación, la cual no implica una obligatoriedad de cumplimiento. Por esta razón, ahora tienen que apelar a la organización de Cabildos Abiertos, cuando urge dar una solución inmediata a problemas importantes, inherentes a la localidad.

Por otro lado, la Alcaldía Local se encuentra acéfala, pues el alcalde nombrado no ha sido posesionado y el anterior, debido a problemas de salud, no puede desarrollar sus funciones normalmente, de modo que actualmente la administración local es deficiente y el CLE no tiene el apoyo administrativo que debería tener.

El CLE actualmente sesiona cada 15 días y sus objetivos son la elaboración, en primer lugar, del Plan Local de Emergencia y del Plan de Emergencia contra las Inundaciones.

Por las razones expuestas anteriormente, se puede concluir que en la localidad, a excepción del servicio de salud que demuestra tener cierta organización, no existe una capacidad, ni estructura de repuesta inmediata en caso de un desastre.

5.1.3. Análisis

Con la información presentada en los párrafos anteriores se generó un mapa de vulnerabilidad para toda la localidad de Usme. *(Ver FIGURA No. 5.3)*.

Los principales parámetros utilizados fueron: tipología de la vivienda, equipamiento, grado de organización comunitaria, capacidad económica, densidad poblacional, marginamiento cultural y grado de exposición.

Respecto a la tipología de la edificación, dentro de un contexto general, la diferencia sólo se ve bien marcada por las construcciones hechas en materiales de desecho.

Con el parámetro de equipamiento la vulnerabilidad es alta, ya que no existen suficientes áreas comunales, ni centros de atención médica inmediata, ni sistemas de vigilancia, ni planes operativos a nivel de la comunidad y el comité local de emergencia está en estado de organización.

Para evaluar este parámetro se localizaron sobre el mapa todos los puntos correspondientes a los centros de atención inmediata (CAMI), las unidades primarias de atención (UPA), las unidades básicas de atención (UBA), los centros educativos y los centro comunales. (*Ver FIGURA No. 5.3)*. Para todas las partes de salud, se aceptó un radio de acción de 2 km y para los centros educación y los centros comunales se aceptó un radio de acción de 1 km.

La superposición de estos radios de acción subdividió la localidad de Usme en diferentes zonas de vulnerabilidad con respecto el equipamiento. De este modo, se evitó dejar una sola zona de vulnerabilidad.

Con respecto al grado de organización comunitaria, capacidad económica y marginamiento cultural, la vulnerabilidad es bastante similar, alta.

La densidad de población total hace una marcada diferencia con respecto a la vulnerabilidad que implica la menor o mayor cantidad de habitantes por hectárea.

El parámetro que realmente hace la diferencia entre vulnerabilidad alta y baja es el grado de exposición. Se tuvieron en cuenta tres zonas: a). Ningún elemento en exposición. b). Elemento dentro de la zona de afectación y, c.) Elemento dentro del área de la amenaza.

Para el elemento que no está expuesto se mantiene su grado de vulnerabilidad intrínseca. El elemento que está expuesto por caer dentro de la zona de afectación de la amenaza aumenta el grado de vulnerabilidad a muy Alta. Y finalmente, el elemento que se encuentra dentro del área del fenómeno de inestabilidad, se le asignó una vulnerabilidad demasiado Alta.

Para los puntos y líneas vitales también se les clasificó teniendo en cuenta si se encontraban dentro del fenómeno o estaban afectados por este.

5.2. AREAS DE INTERES

Como se observa en la *FIGURA No.5.2* hay 20 sitios con vulnerabilidad Muy Alta por encontrarse afectados por fenómenos de inestabilidad con probabilidad Alta (entre 50 y 85%) de ocurrencia.

Estos sitios se han denominado áreas de interés y fueron analizados individualmente con el propósito de determinar la magnitud del riesgo que se genera tanto para los elementos físicos como para la comunidad.

En el *CAPITULO 6* se presenta el análisis respectivo.

Los barrios Compostela I y Sierra Morena Alta muestran una vulnerabilidad Alta que por sectores puede ser Muy Alta por la clase de materiales (desechables), utilizados en la construcción de las viviendas de más o menos 40% de ellas.

.

CAPITULO 5

TABLA DE CONTENIDO

5. ANALISIS DE VULNERABILIDAD. 68

5.1 VULNERABILIDAD GENERAL DE LA LOCALIDAD DE USME. 68

5.1.1. Vulnerabilidad física. 69

5.1.1.1. Tipología de la construcción. 69

5.1.1.2. Densidad de la construcción. 71

5.1.1.3. Estimación de la vulnerabilidad física. 72

5.1.2. Vulnerabilidad de la población. 73

5.1.3. Análisis. 19

5.2. AREAS DE INTERES 23

6. EVALUACION DEL RIESGO

En este capítulo se presenta el análisis efectuado con los datos y la información presentada en los capítulos anteriores y en todos los anexos.

El propósito de dicho análisis fue determinar las diferentes clases de riesgo para los elementos afectados señalados en el capítulo anterior.

Para la categorización del riesgo se consideró el grado de amenaza (Muy Alta y Alta), la influencia espacial de cada grado de acuerdo al tipo de fenómeno y a las características topográficas y a la vulnerabilidad de los elementos de acuerdo con la exposición en que se encuentran.

De acuerdo con lo anterior la delimitación del riesgo se realizó teniendo en cuenta el área de influencia de la amenaza. Por lo tanto el área de afectación y los elementos afectados al ocurrir el fenómeno son los aspectos importantes de este capítulo.

Las categorías de riesgo determinadas fueron: 1)Zonas de riesgo alto no mitigable, 2) Zonas de riesgo alto mitigable, 3) Zonas de riesgo medio y 4) Zonas de riesgo bajo.

6.1. DESCRIPCION DE LA AMENAZA, VULNERABILIDAD Y RIESGO DE LAS AREAS CRITICAS

Con base en el mapa de probabilidad de falla se analizan las áreas urbanizadas correspondientes a los 101 barrios que están en las zonas marcadas como de amenaza muy alta (color rojo en el mapa) y de amenaza alta (color rosado en el mapa). En este análisis se incluye la descripción de la amenaza (tipo de fenómeno, intensidad o gravedad y área de afectación), grado de vulnerabilidad intrínseca, dentro de esta se encuentra la exposición de los elementos afectados y por último se determina el riesgo al que esta sometido el elemento.

De acuerdo con las características de los posibles fenómenos de remoción en masa que se puedan presentar en la localidad de Usme, se jerarquizó la intensidad del fenómeno. Esta intensidad o gravedad es un reflejo de las consecuencias de la ocurrencia del fenómeno y depende del tipo de remoción, de la masa involucrada y de las características topográficas del área donde se presente el fenómeno, en resumen es la magnitud potencial del fenómeno. La *TABLA No. 6.1* muestra la calificación dada.

TABLA No. 6.1 JERARQUIZACION DE LA INTENSIDAD DEL FENOMENO DE REMOCION EN MASA

NOMBRE	CALIFICACION	DESCRIPCION DEL FENOMENO
MUY GRAVE	>8	CAIDAS DE ROCA. BLOQUES > 1m^3 ESCARPES CON H>3m.
GRAVE	6-8	CAIDAS DE ROCA. BLOQUES <1 m^3 H>3m. DESLIZAMIENTOS >30m^3 EN PENDIENTES >45°.
GRAVEDAD MEDIA	4-6	CAIDA DE ROCA FRAGMENTOS <0.5 m^3 H<3m. DESLIZAMIENTOS 15-30 m^3 EN PENDIENTES 15-45°.
GRAVEDAD BAJA	<4	DESLIZAMIENTOS <15m^3 EN PENDIENTES >15°.

La probabilidad de ocurrencia de falla se calificó de acuerdo como se presenta en la *TABLA No. 6.2*.

TABLA No. 6.2 CALIFICACION DE LA AMENAZA

NOMBRE	CALIFICACION	PORCENTAJE DE PROBABILIDAD DE FALLA	DESCRIPCION
AMENAZA MUY ALTA	8.5 - 10	>85%	EXISTE LA CERTEZA QUE SE PRESENTE EL FENOMENO EN UN FUTURO CERCANO BAJO CONDICIONES ADVERSAS NORMALES, O BAJO CONDICIONES SEVERAS, PERO AFECTANDO UNA GRAN AREA, VELOCIDAD MUY ALTA DEL MOVIMIENTO.
AMENAZA ALTA	5.0 - 8.5	50 - 85%	SE PRESENTA EL FENOMENO A MEDIANO PLAZO CONDICIONES ADVERSAS NORMALES.
AMENAZA MEDIA	2.5 - 5.0	25-50%	OCURRENCIA DE LA FALLA BAJO CONDICIONES SEVERAS EN UN FUTURO NO MUY CERCANO.
AMENAZA BAJA	1 -2.5	10-25%	OCURRE EL FENOMENO BAJO CONDICIONES MUY ADVERSAS EN UN FUTURO LEJANO.
MUY BAJA	<1	<10%	MUY DIFICIL QUE OCURRA LA FALLA BAJO CONDICIONES PREDECIBLES.

En la *TABLA No. 6.3* se muestra la calificación que se tuvo en cuenta para el grado de exposición, de acuerdo a lo mencionado en el capitulo 5.

TABLA No. 6.3 CALIFICACION DEL GRADO DE EXPOSICION

DESCRIPCION	CALIFICACION	NOMBRE
NINGUN ELEMENTO EXPUESTO	< 6	BAJA
ELEMENTO DENTRO DE LA ZONA DE AFECTACION DE LA AMENAZA	6-9	ALTA
ELEMENTO DENTRO DEL AREA DE AMENAZA	> 9	MUY ALTA

El producto de cruzar la vulnerabilidad del elemento con el fenómeno amenazante, origina diversos valores que fueron agrupados en tres categorías, las cuales se muestran en la *TABLA No. 6.4*

TABLA No. 6.4 RANGOS DE RIESGO

NOMBRE	RANGO	DESCRIPCION
RIESGO ALTO	> 140	PERDIDA TOTAL DE ELEMENTOS FISICOS Y HUMANOS. LA POSIBILIDAD DE RECUPERACION ES BAJA O NULA.
RIESGO MEDIO	26-140	PERDIDA PARCIAL DE LOS ELEMENTOS. POSIBILIDAD DE RECUPERACION.
RIESGO BAJO	<26	DAÑOS DE LOS ELEMENTOS AFECTADOS. POSIBILIDAD DE RECUPERACION TOTAL.

A continuación se hace la descripción de los puntos que presentan interés en cuanto a su estabilidad y al riesgo que puede originar. La descripción se hace de norte a sur.

6.1.1 Sector La Fiscala

DESCRIPCION DE LA AMENAZA

PUNTOS Nos. 1 y 2

Corresponde a un fenómeno de caída de rocas. El tamaño de los bloques comprometidos puede ser mayor al metro cúbico. Se considera que el bloque viaje la mayor parte de la distancia a través del aire, ya sea como caída libre o rebotando, se descarta la posibilidad de rodamiento.

La amenaza se originó debido a la modificación de la topografía ya que en el proceso de explotación, en el talud se produjo relajación de los niveles de esfuerzos a la compresión y un aumento de los esfuerzos al corte, así como cambios en la humedad, alteración de las propiedades fisicoquímicas y modificación de la presión de poros. En este caso el fenómeno más importante es la apertura de las discontinuidades.

Se consideró una probabilidad de ocurrencia del fenómeno igual al 50%.

En caso que ocurra el fenómeno, la intensidad se considera como muy grave.

PUNTO No. 3

En este punto del barrio La Fiscala lote 16 y 16A existe un antiguo frente de explotación con taludes meteorizados y fracturados. La amenaza consiste en caída de bloques menores de $1m^3$ y de un deslizamiento planar del material estéril a lo largo de la interface roca-depósito.

Los bloques de arenisca pueden rodar y llegar a los patios de dos casas. El depósito de material estéril puede deslizarse y llegar a la pared posterior de una de las casas.

La amenaza se origina por manejo antitécnico de la antigua explotación y de la apertura de la vía.

Se consideró una probabilidad de ocurrencia del fenómeno igual al 50%, y en caso que ocurriera la intensidad, seria grave.

PUNTO No. 4

Para el punto cuarto, la amenaza consiste en la probabilidad que se presenten pequeños deslizamientos superficiales en la margen derecha de la Quebrada La Olla del Ramo. El escarpe no sobrepasa los 5 metros, pero se encuentra parcialmente desprotegido y está afectado por la escorrentia, aguas residuales, basuras y demás materiales sobrantes del sector.

Las viviendas que se encuentran en la parte superior del talud pueden verse afectadas por la regresión del fenómeno.

La posibilidad que se presente el fenómeno es del 50% y la intensidad del mismo sería de gravedad media.

GEOLOGIA

En el sector afloran areniscas amarillentas de la unidad inferior de la Formación Areniscas de la Regadera. Predomina el grano medio y los cristales de cuarzo. La estratificación es gruesa y los planos buzan al suroriente 7°. Se presentan diaclasas perpendiculares al plano de estratificación formando un ángulo grande entre ellas. Debido a la explotación a la que han estado sometidas se han desarrollado fracturas semiparalelas al talud en forma irregular y de baja persistencia.

El escarpe está conformado por el frente de explotación variando la altura de éste entre 12 y 20 metros. La relación de dicho talud con el buzamiento de las areniscas es favorable.

VULNERABILIDAD

Como se mencionó al comienzo del capítulo para conocer la vulnerabilidad correspondiente a cada uno de los puntos de interés se tuvo en cuenta la vulnerabilidad física determinada básicamente por el tipo de vivienda.

Esta vulnerabilidad física se cruzó con la vulnerabilidad humana y el grado de exposición del elemento ante la amenaza específica, para obtener la vulnerabilidad total de cada punto de interés.

A continuación en la *TABLA No. 6.5* se presenta la vulnerabilidad total de los elementos amenazados en el sector de La Fiscala. *(Ver FIGURA No. 6.1)*.

TABLA No. 6.5 VULNERABILIDAD TOTAL DE LOS ELEMENTOS AMENAZADOS EN EL SECTOR DE LA FISCALA

BARRIO	PUNTO	VULNERABILIDAD			VULNERABILIDAD TOTAL
		FISICA	HUMANA	EXPOSICION	
LA FISCALA	1	MEDIA	ALTA	ALTA. DENTRO DE LA ZONA DE AFECTACION.	MUY ALTA
	2	MEDIA	ALTA	ALTA. DENTRO DE LA ZONA DE AFECTACION.	MUY ALTA
	3	MEDIA	ALTA	ALTA. DENTRO DE LA ZONA DE AFECTACION.	MUY ALTA
	4	MEDIA	ALTA	MEDIA ALTA. CERCA DE LA ZONA DE AFECTACION.	ALTA

6.1.2 Sector El Porvenir

PUNTO No. 5

DESCRIPCION DE LA AMENAZA

La amenaza se origina al hacer el corte de la vía y las construcciones del barrio El Porvenir, lo cual produjo relajación de los esfuerzos de compresión y aumento de los esfuerzos al corte. La roca quedó expuesta a los procesos de meteorización y erosión permitiendo cambios físico-químicos de las discontinuidades.

El fenómeno corresponde a caída de rocas. El tamaño de los bloques comprometidos es menor de 1 m^3 y ocurre en areniscas homogéneas diaclasadas, en un escarpe de 20 metros

de altura al perderse el equilibrio se genera el fenómeno de toppling. Los bloques viajan a través del aire en caída libre y rebotando.

GEOLOGIA

Afloran areniscas amarillentas de grano fino a medio, compactas en estratos gruesos, diaclasadas con un grado de meteorización bajo. El plano de estratificación está inclinado al suroccidente entre 27 y 40 grados.

VULNERABILIDAD

En el capítulo anterior se describió la metodología utilizada para conocer la vulnerabilidad de los elementos bajo amenaza. En este caso del barrio EL PORVENIR II también se utilizó el mismo método teniendo muy presente el área se afectación. (*Ver FIGURA No.6.1).*

A continuación en la *TABLA No. 6.6* se muestra el resultado.

TABLA No. 6.6 VULNERABILIDAD, ELEMENTOS SECTOR EL PORVENIR

BARRIO	PUNTO	VULNERABILIDAD			VULNERABILIDAD TOTAL
		FISICA	HUMANA	EXPOSICION	
EL PORVENIR II	5	MEDIA ALTA	ALTA	ALTA. DENTRO DE LA ZONA DE AFECTACION.	MUY ALTA

6.1.3 RIESGO EN LOS SECTORES LA FISCALA Y EL PORVENIR

Para estos dos sectores se estimó el riesgo de los elementos amenazados. De acuerdo con las *TABLAS Nos. 6.1, 6.2, 6.4 y 6.6* se obtuvo el resultado que se muestra en *la TABLA No.6.7*.

TABLA No. 6.7 CALFICACION DEL RIESGO, SECTORES LA FISCALA Y EL PORVENIR

PARAMETROS		DESCRIPCION PUNTOS DE INTERES					CALIFICACION				
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
AMENAZA	INTENSIDAD DEL FENOMENO	(8) MUY GRAVE	(7) GRAVE	(6) GRAVEDAD MEDIA	(4) GRAVEDAD MEDIA	(7) GRAVE	13	12	11	8	12
	PROBABILIDAD DE FALLA	(5) ALTA 50%	(5) ALTA 50%	(5) ALTA 50%	(4) MEDIA 40%	(5) ALTA 50%					
VULNERABILIDAD	TIPO DE VIVIENDA	(4) MEDIA	(4) MEDIA	(4) MEDIA	(4) MEDIA	(4) MEDIA	13	12	12	9	12
	EXPOSICION	(9) MUY ALTA	(8) ALTA	(8) ALTA	(5) BAJA	(8) ALTA					
VALOR NUMERICO DEL RIESGO							169	144	132	72	144

(8) CALIFICACION.

El riesgo alto se subdividió en riesgo alto no mitigable y riesgo alto mitigable, dependiendo del costo de las obras para minimizar la amenaza o disminuir la vulnerabilidad.

6.1.4 Sectores El Nevado y El Pedregal

DESCRIPCION DE LA AMENAZA

PUNTO No. 6

La amenaza se origina al partir del lavado del material fino que constituye la matriz del deposito fluvioglaciar aflorante en este sector. La explanación hecha para construir la escuela originó taludes con pendientes mayores a los 60^{o} donde el material está expuesto a la erosión hídrica. Dicha erosión va lavando el material fino y creando surcos ; procesos lentos, pero continuos. Los bloques gigantescos de areniscas bien cementados poco a poco van perdiendo su soporte hasta comenzar el desplazamiento, rodando hasta alcanzar la superficie plana. El tamaño de los bloques varían entre 0.5-1m^{3}.

La probabilidad de ocurrencia del fenómeno es ALTA equivalente a un 60%.Cuando ocurra puede afectar las paredes de la edificación y/o las personas que se encuentren en el patio; por lo tanto, la intensidad se considera como gravedad media.(*Ver FIGURA No. 6.2*)

GEOLOGIA

Depósito fluvioglaciar que yace discordantemente sobre una superficie conformada por arcillolitas y areniscas de la formación USME. El depósito está constituído por una matriz arcillo-arenosa susceptible a la erosión y por bloques homogéneos, heterométricos cuyo eje mayor varía entre 30 y 200 centímetros. El espesor es variable y puede alcanzar los 5 metros.

Al conformar la explanación se originaron taludes verticales de 6 metros de altura.

VULNERABILIDAD

De acuerdo con el tipo de construcción y las características de la comunidad este sector tiene una vulnerabilidad media. Dicho grado de vulnerabilidad se incrementa específicamente para la edificación por estar en los limites del área de exposición. De este modo se obtiene una vulnerabilidad muy alta.

PUNTO No. 7

Situado en el barrio el pedregal. Como en el punto anterior, los elementos amenazados son viviendas que pueden ser dañadas por la caída de bloques de diferentes tamaños. El sector ha venido siendo objeto de explotación de material para construcción durante los últimos 25 años lo que ha degradado el macizo rocoso y el depósito fluvioglaciar, además ha creado taludes empinados de mas de 6 metros de altura.

De acuerdo con lo estudiado en campo, la probabilidad que se presente un deslizamiento planar en la interface depósito-roca es muy baja. Pero debido a la erosión hídrica el soporte de los bloques que constituyen el deposito está siendo lavado; lo anterior inicia el movimiento de estos, rodando ladera abajo hasta alcanzar las viviendas, tres en este caso.
El tamaño de los bloques varía entre 0.5 y 1m^3 .

La probabilidad de que ocurra el fenómeno es alta, de un 70% y como afectaría alrededor de 3 ó 4 viviendas, la intensidad es muy grave.

GEOLOGIA

Areniscas y arcillolitas con estratificación media pertenecientes a la formación USME ; suprayacidos por un depósito fluvioglaciar con un espesor que en este sitio puede alcanzar los 6 metros.
El depósito está constituido por una matriz areno-arcillosa suelta y por bloques de diferentes tamaños e igual composición : areniscas duras del grupo Guadalupe.

VULNERABILIDAD

Las viviendas amenazadas están construídas en material perdurable (ladrillo y bloque), el barrio en general presenta una vulnerabilidad media alta de acuerdo con sus características socioeconómicas y el grado de afectación es alto, lo cual origina una vulnerabilidad muy alta para las viviendas que están en la trayectoria de los bloques.

6.1.5 RIESGO EN LOS SECTORES EL NEVADO Y EL PEDREGAL

Igual que en el numeral 6.1.3 a continuación se calcula la clase de riesgo para los elementos amenazados por la caída de bloques. En la **TABLA No. 6.8** se muestran los resultados para el riesgo.

TABLA No. 6.8 CALIFICACION DEL RIESGO, SECTORES EL NEVADO Y EL PEDREGAL

PARAMETROS		DESCRIPCION PUNTOS DE INTERES		CALIFICACION	
		6	7	6	7
AMENAZA	INTENSIDAD DEL FENOMENO	(5) GRAVEDAD MEDIA	(8.5) MUY GRAVE	11	15.5
	PROBABILIDAD DE FALLA	(6) ALTA 60%	(7) ALTA 70%		
VULNERABILIDAD	TIPO DE VIVIENDA	(3) MEDIA	(4) MEDIA	10	12
	EXPOSICION	(7) ALTA	(8) ALTA		
VALOR NUMERICO DEL RIESGO				110	186

(8) CALIFICACION.

De acuerdo con las TABLAS 6.7 y 6.8 los elementos del punto seis en el barrio El Nevado tienen un riesgo medio. Y los elementos del punto siete en el barrio El Pedregal tienen un riesgo Alto.

6.1.6 Sector El Curubo - Sierra Morena

En este sector se agruparon los barrios El Curubo, San Andres alta, Los Altos, San Isidro, El Bosque, Alto de los Pinos y Sierra Morena alta, los cuales presentan puntualmente amenaza alta de diferente tipo.

PUNTO No. 8

DESCRIPCION DE LA AMENAZA

Localizado en la vía del barrio El Curubo, la amenaza se origina debido a la apertura antitecnica del corredor, lo cual inestabilizó la ladea. Debido a la perdida de soporte el deposito fluvioglaciar falla deslizándose en forma translacional o rotacional.

El talud dejado por el corte puede alcanzar los 5 metros de altura. Hasta el momento de la amenaza solo afecta la vía y parcialmente el camino sobre la parte alta del talud. Las viviendas que se encuentran en la parte superior del talud pueden verse afectadas por la regresión del fenómeno si no se toman las medidas correctivas pertinentes.

La posibilidad que se vuelva a presentar el fenómeno es del 80% y la intensidad del mismo sería de gravedad media a baja.

GEOLOGIA

Aflora el deposito fluvioglaciar constituido por bloques homogéneos, hetereométricos embebidos en una matriz arcillo-arenosa, el cual yace discordantemente sobre una superficie irregular formada por arcillolitas y areniscas de la formación Usme. El espesor del depósito en este sector puede alcanzar los 10 metros.

VULNERABILIDAD

Los elementos afectados por la amenaza son la via y el camino del barrio El Curubo. De acuerdo al tipo de amenaza y la intensiddad de la misma la vulnerabiliad estimada para la via y el camino es MEDIA BAJA.

PUNTO 9

Se localiza en el barrio San Andres de los altos. *Ver Figura No. 6.3*

DESCRIPCION DE LA AMENAZA

La actividad antropica desarrollada durante la urbanizacion del sector especialmente sobre el deposito de ladera de la parte mas norte del barrio ha comenzado a inestabilizarlo. La pata del

talud cortado por la via de acceso constantemennte esta recibiendo agua por la rotura de la manguera principal que lleva el agua a los barrios del sector.

En el mes de enero existían 3 viviendas sobre el deposito y en el mes de abril el numero se había triplicado agravando la situación, ya que aunque el deposito no es muy espeso (2.5m), las bases de las viviendas no alcanzan la roca firme lo cual origina un sobreposo. Lo anterior sumado a las aguas residuales y a la escorrentia sigue preparando el material para que el deposito de ladera falle y se deslice pudiendo afectar completamente la via de acceso y las viviendas que están sobre el.

GEOLOGIA

Deposito de ladera conformado por una arcilla gris amarillenta, dura, limo-arenosa. Suprayace las areniscas de la formación Usme. La pendiente del deposito alcanza los 60^{o}.

VULNERABILIDAD

Los principales elementos amenazados son las viviendas que se encuentran sobre el deposito de ladera. El material usado en las construcciones varia desde concretos, ladrillo a material de desecho.

De acuerdo con lo anterior y con las características socioeconómicas - culturales de los residentes la vulnerabilidad es MUY ALTA.

CAPITULO 6

TABLA DE CONTENIDO

6. EVALUACION DEL RIESGO _____ *86*

6.1. DESCRIPCION DE LA AMENAZA, VULNERABILIDAD Y RIESGO DE LAS AREAS CRITICAS _____ **86**

6.1.1 Sector La Fiscala 88
6.1.2 Sector El Porvenir 90
6.1.3 RIESGO EN LOS SECTORES LA FISCALA Y EL PORVENIR 91
6.1.4 Sectores El Nevado y El Pedregal 92
6.1.6 Sector El Curubo - Sierra Morena 94

CAPITULO 7.
MITIGACIÓN Y RECOMENDACIONES

7.1. INTRODUCCIÓN.

Uno de los resultados del estudio "ZONIFICACIÓN DE RIESGO POR MOVIMIENTOS DE REMOCIÓN EN MASA EN 101 BARRIOS DE LA LOCALIDAD DE USME", es la mitigación de amenazas y riesgos, aspecto que nos ocupa en el presente capítulo.

Para determinar los sitios y las medidas necesarias para la mitigación y control, uno de los aspectos a tener en cuenta es la parte geotécnica, principalmente en lo que se refiere a la estabilidad de los sitios en donde han sido establecidos asentamientos humanos ó donde se planea ó prevee que se puedan presentar, dentro del área definida para el estudio.

Se definieron los sitios de especial interés por su alto grado de amenaza y vulnerabilidad, a los cuales se les realizó un análisis geotécnico detallado. Se determinaron las zonas de exclusión y las medidas para mitigación y control.

7.2 METODOLOGÍA

Como se ha podido apreciar en los capítulos anteriores para la determinación de las zonas de amenaza alta, nivel de riesgo alto, actuales y el diseño de soluciones de mitigación y control , se siguió el siguiente procedimiento:

- Fotointerpretación geológica y geomorfológica del área de estudio.
- Análisis de información existente.
- Observación general de campo.
- Definición de sitios con inestabilidad potencial.
- Exploración geotécnica.
- Sondeos.
- Apiques.
- Barrenos.
- Trincheras.
- Ensayos de campo (Cono dinámico, Veleta, Penetrómetro Turvane, Cohesión).
- Ensayos de laboratorio.
- Clasificación de los materiales.
- Análisis geotécnico.
- Selección de puntos que ameritan obras de mitigación y control
- Elaboración de esquemas preliminares de solución.
- Verificación en campo.

- Definición de zonas de exclusión, soluciones y elaboración de esquemas típicos de control y mitigación.

7.3 DEFINICIÓN DE PUNTOS DE INTERÉS Y ELABORACIÓN DEL ESTUDIO GEOTÉCNICO DETALLADO.

Una vez realizado el análisis de la información existente, la fotointerpretación geológica y las observaciones de campo, se definieron veintiocho (28) sitios de especial interés, por presentar alto grado de amenaza y un nivel de susceptibilidad alto. Estos sitios son: (*Ver localización en la FIGURA No. A5-1*).

1 La paz Fiscala Norte.
2 La Fiscala Sector II.
3 El Porvenir.
4 Río Tunjuelo con Avenida Boyacá.
5 El Nevado.
6 El Pedregal.
7 Barranquillita – Brasilia.
8 Buenos Aires ó La Esperanza
9 Quebrada Santa Librada aguas arriba de Las Violetas
10 La Quinta, Compostela III
11 Compostela I
12 San Andrés de Los Altos
13 San Pedro.
14 San Isidro.
15 Alto de los Pinos.
16 Escuela El Bosque.
17 Quebrada Yomasa – Sector El Bosque.
18 Iglesia San Felipe.
19 Paraíso - Casa Loma
20 El Virrey.
21 Villa Rosita.
22 Sierra Morena.
23 Nuevo Progreso
24 Arrayanes.
25 Brazuelos.
26 Sucre sobre Avenida Boyacá.
27 Afloramiento Mangueras.
28 El Bosque km. 2.5 vía al llano.

En cada uno de los sitios seleccionados se realizó un estudio geotécnico detallado, consistente

en exploración geotécnica, ensayos de campo y laboratorio y clasificación de materiales. Los resultados de dicho estudio se muestran en el *ANEXO No.5*.

Una de las principales conclusiones del estudio geotécnico, es que en su gran mayoría, los materiales en sí, no representan el mayor factor de amenaza, ya que su resistencia intrínseca no es baja. Los mayores factores están relacionados con el manejo antrópico de los diferentes sitios.

Estos factores son: Los lugares de las construcciones, la técnica de construcción y la implementación antitécnica de los servicios básicos.

Con respecto a las edificaciones se encontró que las construcciones se encuentran principalmente en :

Lugares de alta pendiente transversal en materiales de depósito ó de rocas alteradas.
Rellenos no construidos técnicamente (Sin drenaje, ni subdrenaje baja compactación, taludes altos, empinados y no tratados superficialmente).
Rondas de las quebradas.
Sitios muy cercanos a la pata y corona de taludes altos.
Cerca y dentro de los cauces de las quebradas.
Sitios con mal manejo de aguas (Residuales, de escorrentía superficial y de consumo humano).
Sitios de apertura de vías sin drenaje ni subdrenaje y sin la debida estabilización de taludes de corte y terraplén.

En general en la zona de estudio el manejo de las aguas es muy deficiente.

El agua para consumo humano es transportada en su gran mayoría por medio de mangueras, muchas de ellas enterradas en laderas de alta pendiente, que al romperse saturan el material y le transmiten la presión hidrostática de la conducción.

Las aguas residuales son transportadas a través de pequeñas zanjas, sin ningún control y son combinadas con las aguas de escorrentía superficial. Estas aguas se infiltran, saturando el depósito; y superficialmente, al no existir estructuras de disipación y de entrega, erosionan la superficie hasta formar cárcavas y generar inestabilidad de las laderas.

7.4 MEDIDAS DE MITIGACIÓN Y CONTROL

7.4.1 Medidas preventivas

7.4.1.1 Áreas no apropiadas para urbanizar

La primera tarea a realizar es definir las áreas de exclusión, que por su importancia hídrica, ambiental ó por la amenaza tan alta que representan, no deben ser urbanizadas, incluyendo aquellas áreas que por sus condiciones topográficas y geotécnicas, tienen un alto grado de inestabilidad que ponen en peligro las viviendas y las vidas de sus habitantes. Estas áreas se muestran en el *PLANO No. 8*.

Algunas de esta áreas se agruparon de la siguiente forma:

Parques naturales.
Rondas de quebradas.
Zonas de recarga hídrica.
Zonas de alta y muy alta amenaza.

Dentro de la zona de estudio se encuentra el Parque Entrenubes, la mayor parte de esta área se encuentra cubierta de vegetación, lo que hace que se mantenga estable y no se evidencien fenómenos de remoción en masa. Sin embargo, ya han empezado a presentarse asentamientos humanos y se ha iniciado la construcción de una vía de penetración. Por ejemplo el barrio Sierra Morena Alta ocupa parte de este parque. Algunas de las construcciones son altamente vulnerables por lo que se hace necesario reubicarlas. Dentro del área de este parque se recomienda prohibir el avance de las construcciones, corregir las laderas inestabilizadas, conformando técnicamente los taludes, colocando muros de gaviones ó jarillones en las patas, zanjas de coronación con su debidas estructuras de disipación y entrega para el manejo de aguas. Adicionalmente, debe implementarse una revegetalización con especies nativas.

Las rondas de las quebradas hacen parte de las zonas críticas. La gran mayoría de ellas ya no se encuentran libres, debido a que se ha construido desde la corona de las márgenes, llegándose incluso a construir sobre rellenos hechos dentro del área de la quebrada, generando un claro foco de inestabilidad. Se recomienda recuperar estas rondas, reubicando todas las viviendas que estén dentro de ella y dejando una vía ó una franja de manejo inmediatamente después de la ronda. Este problema es de gran magnitud por la gran cantidad de viviendas existentes en las rondas. Puede considerarse otra alternativa que consiste en canalizar algunas de las quebradas y rellenar el área, dejando vías y zonas verdes. Para ello sería necesario crear las disposiciones para su control.

En el área de estudio se encuentran varias zonas de recarga hídrica, algunas de ellas con vegetación de páramo. El control de la escorrentía que tienen estas zonas es muy importante porque manejando adecuadamente el agua podrían ser aprovechadas para suministro de agua potable a algunos barrios altos de la localidad. Estas zonas se encuentran ubicadas al lado de

arriba, ó costado oriental de la vía antigua a Villavicencio. Debe restringirse la urbanización en estas zonas.

Las áreas de alto riesgo están ubicadas en las coronas y en la pata de taludes muy empinados y altos, ó en taludes de depósitos con alta pendiente transversal, como ejemplo se tienen las zonas de canteras, como la Fiscala, El Pedregal y el barrio San Andrés de los Altos. (*Ver FIGURAS 6.1, 6.2 y 6.3*).

Las construcciones en dichos sitios deben guardar una distancia mínima a la corona ó a la pata del talud; distancia que debe ser dividida en tres fracciones. La primera fracción corresponde a la zona de talud que es el área necesaria para su estabilización. La segunda fracción es una franja de seguridad para proteger los elementos a preservar y como tercera fracción se puede dejar para una vía de acceso ó una franja de manejo especial del área. (*Ver TABLA No. 7.1*).

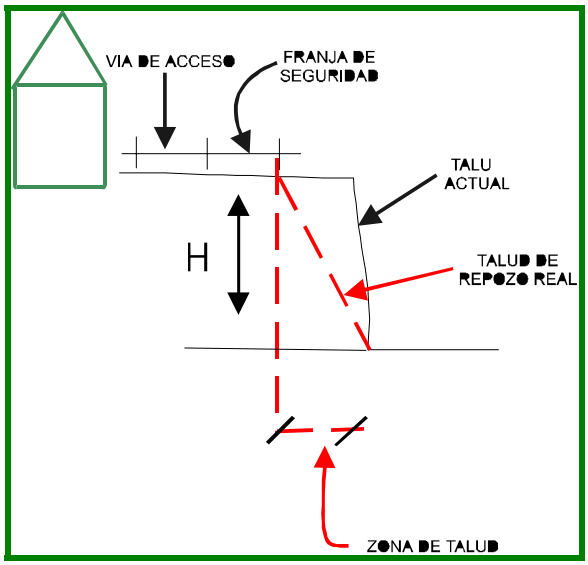
TABLA No. 7.1 FRANJA DE SEGURIDAD EN LAS CORONAS DE LOS TALUDES

TIPO DE MATERIAL	ZONA DE TALUD	FRANJA DE SEGURIDAD	VIA
En roca dura y sana.	0.50H	0.25 H	6-8 m
En roca sana de consistencia media	0.75H	0.4 H	6-8 m
En roca sana blanda	1.00H	0.5 H	6-8 m
En Depósitos consolidados y cementados	1.00H	0.5 H	6-8 m
En depósitos firmes poco consolidados	2.00H	1.0 H	6-8 m
En depósitos blandos	Debe hacerse un estudio geotécnico detallado.		

En donde H representa la altura del talud.

A continuación se presenta el esquema de distribución como una guía, (*Ver FIGURA No. 7.1*) pero no para eliminar el estudio geotécnico para cada caso.

FIGURA No. 7.1. ZONAS DE SEGURIDAD EN LAS CORONAS DE LOS TALUDES



En los casos de roca fracturada, meteorizada ó de alta degradabilidad, debe hacerse una evaluación detallada para cada caso.

En la pata de los taludes.

Debe hacerse un análisis detallado para cada caso, pero como referencia, la distancia de construcción puede ser, a partir de la pata del talud 0.75H + 6 u 8 m de vía. Adicionalmente, a la distancia 0.75 H debe construirse una barrera física real, como muro, cordón de bloques de roca ó arborización consistente. Para considerar la arborización como una barrera real, los árboles deben tener un tamaño tal, que puedan contener los bloques de roca ó materiales que puedan desprenderse de los taludes.

En los depósitos, se debe garantizar un manejo técnico adecuado de las aguas de escorrentía superficial y subsuperficial con cunetas y subdrenes de coronación, estructuras de disipación y entrega (Ver detalles típicos de subdrenes, cunetas, descoles y estructuras de disipación en los *PLANOS Nos. 6 y 7*). Sin embargo, los depósitos que se encuentren en un grado de amenaza alta no deben urbanizarse y las viviendas que se encuentren allí, deben ser reubicadas, como por ejemplo en el Barrio El Pedregal, (Ver PUNTO No. 7).

7.4.1.2 Dotar a la comunidad de servicios públicos.

Los servicios básicos deben ser prioridad en los barrios legalizados (Acueducto, Alcantarillado, Recolección de basuras, Energía eléctrica), para eliminar o al menos minimizar las causas originadoras de la inestabilidad. En gran parte de la zona de estudio se carece de servicios públicos básicos, incluidos Acueducto, alcantarillado y recolección de basuras. Esto hace que cada comunidad los maneje a su manera, generando focos de inestabilidad.

Por lo tanto la primer labor que debe realizarse es precisamente dotar a la comunidad de servicios públicos, en los cuales se conduzcan las aguas técnicamente. En los acueductos deben eliminarse las fugas incontroladas y las zanjas deben ser bien tapadas de tal manera que no se generen canales de transporte de escorrentía superficial encima del tubo.

En el alcantarillado, adicionalmente deben hacerse las entregas a los diferentes colectores ó a las quebradas. Estas entregas deben ser revestidas y con estructuras de disipación en sitios de altas pendientes. La ubicación de postes y cajas para las diferentes líneas de energía no debe hacerse muy cerca de la corona de los taludes y se deben tapar muy bien los huecos en donde se han colocado dichos postes, para evitar empozamientos de agua que faciliten la infiltración.

Debe impedirse la colocación de basuras y escombros, en taludes, laderas, márgenes, cauces de quebradas, y en general en sitios no destinados específicamente para ello.

7.4.1.3 Control de escorrentía superficial.

Toda el área debe dotarse de un adecuado control de escorrentía superficial por medio de cunetas en la pata de los taludes, cunetas ó zanjas de coronación en la corona de los taludes, en la interfase roca depósito, cunetas en las vías, y en general en aquellos sitios en donde la escorrentía superficial es incontrolada. Las cunetas deben ser escalonadas, ó con estructuras de disipación para pendientes superiores al 5%. En los depósitos, adicionalmente debe controlarse la escorrentía subsuperficial por medio de subdrenes, que pueden ser tipo francés de 0.5*1.0, 0.8*0.8, ó .8*1.5. Estos deberán colocarse en la interfase roca - depósito, en la pata de los taludes.

7.4.2 Medidas correctivas

Con el objeto de minimizar el riesgo, a continuación se proponen algunas medidas correctivas para los puntos críticos descritos en el capítulo anterior.

PUNTOS Nos. 1 y 2 (*FIGURA No. 6.1*).

Es conveniente incluir este barrio en algún estudio futuro ya que presenta fenómenos de caída de roca.

PUNTO No. 3. BARRIO LA FISCALA, LOTES 16 Y 16 A. (*FIGURA No. 6.1*)

En el talud adyacente a los lotes, se encuentra roca diaclasada con un depósito de material suelto. En realidad, el problema lo genera un bloque que se encuentra próximo a caerse. Debe removerse el bloque y el depósito contiguo a las casas. Adicionalmente, debe manejarse el agua de escorrentía en la corona de los taludes aledaños, por medio de cunetas ó zanjas de coronación en sacos de suelo-cemento y conducir las aguas a los drenajes cercanos.

Son tres las causas bajo riesgo, específicamente las que se encuentran sobre la carrera 5B Este con números 82-10, 82-14 y 82-16.

PUNTO No. 4. SECTOR LA FISCALA II - MARGEN DERECHA DE LA QUEBRADA LA LLA DEL RAMO. (*FIGURA No. 6.1*).

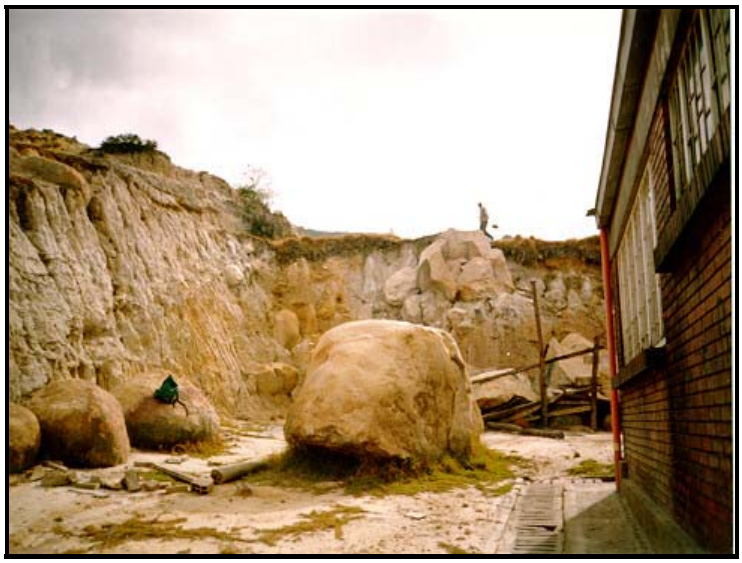
Se debe eliminar completamente la disposición de basuras y escombros en las márgenes de las quebradas. Las márgenes deben mantenerse revegetalizadas completamente, en especial en la margen derecha en donde se encuentran construcciones en la corona del talud.

PUNTO No. 5 BARRIO EL PORVENIR. (*FIGURA No. 6.1*)

Barrio construído en una antigua explotación de materiales, en donde el talud es roca dura, pero presenta diaclasamiento y algunos bloques pueden desprenderse. Debe incluirse en estudios futuros.

PUNTO No. 6 BARRIO EL NEVADO. (*Ver FOTOGRAFIA No. 7.1*).

Se deberá realizar un corte a lo largo del talud para remover los bloques que estén próximos a deslizarse (*Ver FIGURA No. 6.2*). Este corte puede ser del orden de 3 m. de ancho; los bloques se acomodarán formando un cordón protector, se colocará un subdrén francés de 0.8*0.8 en la pata del talud de corte y se rellenará el espacio entre los bloques y el talud con el material seleccionado del corte, libre de materia orgánica, materiales arcillosos plásticos ó muy blandos.



FOTOGRAFIA No. 7.1
LOCALIZACION: Barrio el Nevado, casa vecinal.
DESCRIPCIÓN: Desprendimiento de grandes bloques subredondeados, por efectos de la erosión de la matriz que los soporta.

Se conformará el relleno en capas no mayores de 0.25 m compactadas al 90% del ensayo proctor modificado, se le dará un bombeo del 2% hacia el terreno natural, se colocará un subdrén francés de 0.8*0.8 en la interfase corte - relleno y encima una cuneta revestida, que reciba las aguas superficiales del terreno natural y del relleno. Al material bajo la estructura subdrén - cuneta se deberán extremar las medidas de control, para que quede bien conformado y compactado. Las aguas superficiales de abajo y arriba del talud, deberán ser transportadas hasta el alcantarillado pluvial ó hasta el drenaje natural más cercano.

Como segunda alternativa, puede hacerse el corte, y colocar los bloques en un cordón protector, hacer el manejo de las aguas de escorrentía superficial y subsuperficial, arriba y abajo del talud y disponer adecuadamente el material de corte.

Una tercera alternativa, consiste en colocar una barrera con estacones de 0.10 - 0.15 m de diámetro a un metro de la pata del talud. Estos estacones pueden ser barreras vivas.

PUNTO No. 7 SECTOR EL PEDREGAL. (*Ver FOTOGRAFIA No. 7.2*).



FOTOGRAFIA No. 7.2
LOCALIZACION: Barrio El pedregal
DESCRIPCIÓN: Talud alto en material de depósito fluvioglaciar sobre intercalaciones de arenisca y arcillolita. Obsérvense los grandes bloques sueltos, próximos a caerse. Existen construcciones muy cerca de la corona y de la pata del talud.

Impedir las construcciones en las laderas de pendiente alta (*Ver FIGURA No. 6.2*). Deberán interceptarse y conducirse debidamente todas las aguas de escorrentía. En las vías cercanas a la corona de los taludes, dar bombeo del 2 al 3% hacia el costado contrario al talud, interceptar el agua con cunetas revestidas y transportarlas al drenaje natural más cercano ó al alcantarillado pluvial. Deberán hacerse estructuras de disipación, o colocar tubería para bajar las aguas por el talud.

Las tuberías ó las estructuras de disipación, iniciarán en una caja que servirá de desarenador y entregarán a una caja de amortiguación, desde donde se conducirá el agua al drenaje natural ó al alcantarillado pluvial. Los bloques que estén próximos a desprenderse deberán ser removidos. Deberán perfilarse y revegetalizarse los taludes. Las áreas de exclusión igualmente deberán revegetalizarse con especies nativas.

PUNTO No. 8 BARRIO EL CURUBO Y COMPOSTELA III (*Ver FOTOGRAFIA No. 7.3 y FIGURAS Nos. 6.3 Y 7.2*).



FOTOGRAFIA No. 7.3
LOCALIZACION: Barrio El Curubo y Compostela III.
DESCRIPCIÓN: Deslizamiento a lo largo de la vía principal en los taludes verticales dejados al abrir la vía y debido al mal manejo de aguas lluvias y residuales en la corona del talud, la cual, es un camino peatonal que al fallar el talud se ha angostado. Hay viviendas cerca de la corona.

Vía peatonal afectada por la construcción de la vía principal, se presentan deslizamientos en las entregas de los drenajes.

Construir alcantarillados de aguas servidas y aguas lluvias, controlar la escorrentía superficial por medio de cunetas y disponerla adecuadamente con estructuras de disipación y entrega. Eliminar empozamientos de agua en la corona del talud, dar bombeo hacia las cunetas. Se debe impedir construir cerca de la corona del talud, por lo menos a una distancia no menor de H+6m, en donde H es la altura del talud.

PUNTO No. 9 BARRIO SAN ANDRÉS DE LOS ALTOS. (*Ver FOTOGRAFIAS Nos. 7.4 Y 7.5 y FIGURAS Nos. 6.3 Y 7.3*).

Zona de depósito en alta pendiente, sin manejo de aguas residuales ni de escorrentía superficial.

Es una zona de alto riesgo. Debe mantenerse controlado el depósito para evitar inconvenientes aguas abajo.



FOTOGRAFIA No. 7.4
LOCALIZACION: Barrio San Andrés de los Altos.
DESCRIPCIÓN: Viviendas en diferentes tipos de material construidas sobre depósito en alta pendiente, Se observan cicatrices de deslizamientos, zanjas en la pata del talud que transportan aguas de escorrentía superficial de aguas lluvias y residuales. En la parte superior se alcanza a observar el contacto roca-depósito.

Después de dotar a la comunidad de los servicios públicos, se deben realizar las siguientes acciones :

- Colocar estructura canal sobre subdrén francés en la interfase talud de roca - depósito y en la pata del talud.

- En la zona intermedia del talud, colocar cuneta interceptora de aguas de escorrentía, conducir la escorrentía superficial y subsuperficial hacia el alcantarillado pluvial ó hacia los drenajes naturales más cercanos. Se deben hacer las entregas y escalonamientos respectivos.

- En la zona de falla de talud, colocar muro de gaviones en la pata, colocar subdrén francés por el eje de la zona fallada. Reconformar el talud escalonadamente, con material seleccionado libre de materia orgánica, materiales arcillosos plásticos ó muy húmedos,

compactado al 90 % del ensayo proctor modificado. La corona del talud deberá quedar convenientemente drenada.

El uso de esta área debería ser para un parque o zona verde.



FOTOGRAFIA No. 7.5
LOCALIZACION : Barrio San Andrés de los Altos.
DESCRIPCIÓN: Deslizamiento en la pata del talud del depósito cortado por la vía de acceso. Se observan mangueras por donde se transporta el agua de consumo: Las fugas de agua producidas por la rotura de la manguera , hizo que el movimiento se sucediera más rápido.

PUNTO No. 10 YOMASITA - SAN ISIDRO. (*FIGURA No. 6.3*)

Se debe dotar a la comunidad de servicios públicos construídos técnicamente y controlar las aguas de escorrentía superficial y subsuperficial. No se deben permitir mangueras enterradas que puedan romperse y saturar el depósito. El sector señalado como amenaza alta debe mantenerse con vegetación arbórea y arbustiva.

PUNTO No. 11 SECTOR ALTO DE LOS PINOS (*Ver FOTOGRAFIA No. 7.6 y FIGURAS Nos. 6.3 y. 7.4*).

Dar bombeo del 2 ó 3% a la vía de la parte superior, hacia el costado opuesto del talud, construir cuneta y conducir el agua hasta entregarla al alcantarillado pluvial o al drenaje natural más cercano. Retirar el material suelto y húmedo, colocar subdrenajes, iniciar desde la parte más baja hasta la parte superior, construir muro en gaviones en L iniciando en la parte inferior con tres niveles y reduciendo luego a 2 y finalmente a uno, reconstruir el talud de manera

escalonada, con material seleccionado, libre de materia orgánica, materiales arcillosos plásticos ó muy húmedos; colocar en capas no mayores a 0.25 m, compactadas al 90 % del ensayo proctor modificado. Colocar cuneta en la pata del muro y llevar al drenaje natural ó al alcantarillado pluvial, revegetalizar el talud. Prohibir la construcción de viviendas en este sitio y dejarlo como zona verde.



FOTOGRAFIA No. 7.6
LOCALIZACION: Barrio Alto de los Pinos
DESCRIPCIÓN: Zona de deslizamiento por humedecimiento del material arcilloso plástico a causa de aguas superficiales mal manejadas. Viviendas afectadas y se sigue el proceso de construcción dentro de la zona crítica.

PUNTO No. 12 BARRIO EL BOSQUE - IGLESIA SAN FELIPE. (*Ver FOTOGRAFIA No. 7.7 y FIGURA No. 6.3*).

La zona del barrio el Bosque en el sector de la iglesia San Felipe deben hacer las siguientes obras :



FOTOGRAFIA No. 7.7
LOCALIZACION: Talud sur de la zona explanada para la Iglesia San Felipe.
DESCRIPCIÓN: Pata del talud de relleno, se observa la berma dejada durante la explanación y los árboles que sirven de contención. Talud y berma desprotegidos y sin drenaje.

Reconformar la corona del talud de relleno, compactándolo y eliminando las grietas que se han presentado, por medio de arcilla. Se debe dar bombeo a la explanación hacia la zona interna y conducir las aguas de escorrentía por medio de cunetas y estructuras de disipación.

Los taludes hacia la cancha múltiple, se deberán conformar las terrazas existentes, colocar cunetas en ellas y transportar el agua controladamente hacia el alcantarillado pluvial ó al drenaje natural más cercano. Los taludes se deberán reconformar y empradizar, incluído el talud desde la cancha hasta la vía de acceso al sector. Especialmente el talud sur que mira al Barrio San Felipe.

PUNTO No. 13. BARRIO SIERRA MORENA ALTA (*Ver FOTOGRAFIAS Nos. 7.8 A 7.14 Y FIGURA No. 6.3*).

Este sector debe ser incluido para estudios futuros ya que hay varios aspectos importantes que deben tenerse en cuenta para controlar a tiempo actividades desestabilizantes en él.



FOTOGRAFIA No. 7.8
LOCALIZACION: Sierra Morena Alta.
DESCRIPCIÓN: Detalle de los rellenos a lo largo de la vía construida sin una correcta dirección técnica. No se realizó descapote, el material simplemente se colocó sobre el talud, sin importar su pendiente y los efectos negativos abajo de la vía.

PUNTO No. 14 AL 17 BARRIO EL OASIS. (*Ver FOTOGRAFIAS Nos. 7.9 y 7.10 Y FIGURA No. 6.4*).

Existen cuatro sitios de importancia en el barrio.

El primero (PUNTO No. 14), ubicado cerca de la entrada desde la vía a Usme, en donde se encuentra una vivienda muy pegada a un talud dejado por la construcción de la vía. Para proteger esta vivienda, debe colocarse un muro de gaviones de dos niveles en la pata del talud con una longitud aproximada de 10 m.

El segundo sector (PUNTO No.15) (*Ver FOTOGRAFIA No. 7.10*), corresponde a una zona verde al suroccidente del sector anterior, en talud natural de alta pendiente. Actualmente, se está construyendo un muro de gaviones que protege la vía en la corona del talud, debido a la falla provocada por aguas superficiales incontroladas.

Para mitigar el problema, deben controlarse las aguas de alcantarillado y de aguas lluvias en la corona del talud.



FOTOGRAFIA No. 7.9
UBICACION : Barrio El Oasis
DESCRIPCION : Vista del sector 14 a analizado en el barrio El Oasis. La casa ha quedado en la corona de talud generado al construir la vía de acceso.



FOTOGRAFIA No. 7.10
UBICACION : Barrio El Oasis
DESCRIPCION : Vista de los sectores 15 y 16 analizados en el barrio El Oasis. El sector 15 al fondo. Se inició la construcción de muro de gaviones para contener la vía que empezaba a fallar por sobre-saturación del material de base. En primer plano el sector 16, junto al salón comunal.

Terminar el muro de gaviones que se empezó a construir. Colocar un subdrén tipo francés, desde la corona del talud, bajo el gavión, y siguiendo la dirección de las aguas que corren por la ladera. El subdrén debe descolarse en la cuneta de la vía en la parte inferior de la ladera y/ó disponerse en el alcantarillado pluvial.

El tercer sector (PUNTO No. 16), (*Ver FOTOGRAFIA No. 7.10*), ubicado al costado sur del salón comunal, que corresponde a un talud en alta pendiente, generado en parte por un relleno colocado durante la construcción de la vía de acceso y el corte hecho para la construcción del salón comunal. La corona del talud localizado sobre el relleno tiene unas grietas leves generadas más por contracción, pero que facilitan la infiltración y el humedecimiento del material, generando posibilidad de falla.

Para impedir la falla del talud, se debe controlar el drenaje en la vía de acceso ubicada en la corona del talud haciendo un bombeo hacia el interior de la vía, colocar un subdrén tipo francés en la pata del talud en la zona por donde corre el agua actualmente, más visible por ser el verde más intenso. Se deben impedir construcciones en el sector, revegetalizar la zona, colocando árboles grandes en la pata, arbustos y pastos en el cuerpo del talud.

El cuarto sector (PUNTO No. 17), el de mayor importancia, al extremo suroccidental del barrio en donde se encuentran viviendas en la corona y en la pata de un talud alto, separados por vía angosta. (*Ver FIGURA No. 6.4)*.

A la vía ubicada en la corona del talud, se le deberá dar bombeo hacia el interior y captar las aguas en una cuneta y conducirlas controladamente hacia el drenaje natural. En la vía de la parte inferior, se deberá colocar una cuneta en la pata del talud e igualmente conducir las aguas al drenaje natural. Se debe revisar las instalaciones de agua potable en este sector.

El talud se deberá revegetalizar completamente para impedir que el agua lluvia genere erosión.

PUNTO No. 18 BARRIO EL VIRREY ULTIMA ETAPA (*Ver FOTOGRAFIA No. 7.11 Y FIGURA No. 6.5*).

Existe un talud bastante alto, controlado eficientemente por medio de empradización y aislando las viviendas de la corona. Allí se construyo una cancha múltiple.

Se deben evitar los cortes en la pata del talud. Eliminar la posibilidad de pasar una vía por allí porque esto desestabilizará toda el área. Debe darse una mayor densidad de revegetalización para mejorar su estabilidad. Se dejará una zona verde con árboles y se colocarán cunetas de drenaje en la corona y en la pata del talud dar bombeo a la corona hacia fuera del talud. Los

drenajes deben llevarse al alcantarillado pluvial ó al drenaje natural más cercano, haciendo las obras de entrega correspondientes.



FOTOGRAFIA No. 7.11
UBICACION: Barrio El Virrey última etapa.
DESCRIPCION: En el punto marcado se observa el talud con una pendiente mayor del 100% completamente empradizado lo que ha impedido el desarrollo de procesos de erosión.

PUNTO No. 19 BARRIO LA ESPERANZA (*Ver FOTOGRAFIA No. 7.12 Y FIGURA No. 6.5*)

Parte de este barrio se encuentra ubicado sobre un depósito que había fallado por la escorrentía superficial y el efecto negativo que sobre ellos ejerce la presión del agua de las mangueras rotas. La inestabilidad del depósito, que no presenta una pendiente alta, se debe a las excavaciones que la gente ha hecho para construir y que al final quedan sin terminar. Este fenómeno genera empozamientos de agua y favorece la infiltración, que al final disminuye la resistencia del suelo generando el movimiento de la masa.

Las soluciones son:

Eliminar las conducciones de agua por medio de mangueras rotas, perfilar y reconformar el talud, generar una terraza intermedia, y colocar subdrén en la pata del talud. Como alternativa en lugar de la terraza, puede colocarse un muro de gaviones de 2 ó 3 niveles en la pata del talud. Entre el gavión y el terreno natural, deberá colocarse un filtro, que se conectará con el de pata y se descolará aguas abajo en una caja y se conducirá el agua controladamente hasta el drenaje natural más cercano ó al alcantarillado pluvial.



FOTOGRAFIA No. 7.12
UBICACION: Sector del barrio La Esperanza.
DESCRIPCION: Se observa el material de depósito y el escarpe del talud fallado. En la pata del talud, una manguera que transporta el agua de consumo humano, que al romperse, genera humedecimiento del material y la falla del sector.

Adicionalmente, se debe evitar dejar excavaciones abiertas por más de tres días.

El PUNTO No. 20 muestra una zona en el límite sur en el barrio donde la erosión es intensa. Se recomienda revegetalizar con arbustos y arboles nativos.

7.4.2.1 Rondas de las quebradas

A continuación se hacen algunas recomendaciones con base en puntos específicos a lo largo de las quebradas cuyas rondas han sido intervenidas. Es necesario que estas medidas correctivas se realicen lo más pronto posible con el fin de evitar que el riesgo pase a un nivel alto.

PUNTOS Nos. 21 Y 22. QUEBRADA YOMASA (*Ver FIGURA No. 6.3).*



FOTOGRAFIA No. 7.13
UBICACIÓN: Margen derecha de la quebrada Yomasa, contiguo a la escuela El Bosque.
DESCRIPCIÓN: Erosión provocada por mal manejo de las condiciones domiciliarias de agua potable, obsérvese el aporte de agua del tanque aéreo, contribuyendo a la socavación de la margen de la quebrada. Queda una berma de 3 m. entre la socavación y el muro de la escuela.

Para controlar la degradación de la margen de la quebrada se colocará cuneta para captación de aguas de escorrentía, subdrén francés de 0.8*0.8 en la cárcava que se está formando, se colocará muro de gaviones de 1 ó dos niveles, paralelo a la margen de la quebrada para reconstruirla, se rellenará la cárcava con material seleccionado, libre de materia orgánica, materiales arcillosos plásticos ó muy húmedos.

La Reforma. (*Ver FOTOGRAFIAS Nos. 7.14 y 7.15 y FIGURAS Nos. 6.3 y 7.5)*

En el barrio la reforma, algunas viviendas se encuentran ubicadas dentro de la ronda de la quebrada, se han realizado rellenos con materiales de desecho con taludes de alta pendiente, no se han revegetalizado, ni se han colocado estructuras para el control de la escorrentía.

Aunque la zona no se encuentra en un estado de inestabilidad inminente, se recomienda que se conserve la ronda de la quebrada.



FOTOGRAFIA No. 7.14
LOCALIZACION: Barrio la Reforma - Quebrada Yomasa.
DESCRIPCIÓN: Las áreas de la ronda y el cauce de la quebrada Yomasa se han convertido en botaderos de basura y en canal abierto de aguas negras. Se ha construido muy cerca de la corona del talud de la margen y han hecho rellenos no técnicos en ella, provocando focos de inestabilidad.



FOTOGRAFIA No. 7.15
LOCALIZACION: Barrio la Reforma - Quebrada Yomasa
DESCRIPCIÓN: Talud de las márgenes y cauce de la quebrada Yomasa utilizadas para botaderos de basuras y desperdicios. Viviendas grandes construidas con buenos materiales, en la corona del talud de la margen derecha.

Se han iniciado algunos procesos de inestabilidad debido a la erosión por mal manejo de las aguas de escorrentía.

Se recomienda remover los rellenos de escombros que se están colocando en las márgenes, e impedir que se siga construyendo sobre la ronda, se deben revegetalizar totalmente los taludes de la margen derecha.

Para detener los procesos de inestabilidad que se han iniciado en los taludes de las márgenes, se deben realizar las siguientes acciones:

En la corona de los taludes colocar bombeo hacia afuera del talud y recolectar las aguas de escorrentía superficial por medio de cunetas revestidas y llevarlas al alcantarillado pluvial ó al drenaje natural más cercano.
Remover el material suelto e inestabilizado a lo largo de la zona fallada.
Reconformar el talud.
Remover todo el material vegetal de la zona fallada a recuperar.
Realizar terraceo.
Colocar subdrén francés por el eje, colocando estructura de entrega al final, después del muro de gaviones.
Colocación de muro de gaviones en la pata del talud.
Colocar material seleccionado (libre de materia orgánica ó de materiales arcillosos muy plásticos ó muy húmedos), en capas no mayores a 0.25 m compactadas al 90% del ensayo proctor modificado. Se deben hacer los escalonamientos respectivos.
Revegetalizar ambas márgenes en toda su longitud.

PUNTO No. 23 BARRIO EL RUBÍ Y LA ESMERALDA - QUEBRADA CHUNIZA (*Ver FIGURA No. 6.5*).

La quebrada que pasa por el barrio, está bastante invadida por edificaciones cercanas y por materiales de desecho que la comunidad coloca cerca de la corriente. Esto es un problema latente, tanto que la canalización abierta no remediaría convenientemente la situación, por lo tanto se hace necesario pensar en colocar un boxcoulvert desde la vía a Villavicencio hasta la vía a Usme, cruzando ambos barrios.

7.4.2.2. Taludes hechos por el hombre

Con base en algunos puntos se hacen recomendaciones pertinentes a los taludes que inestabilizan la zona de influencia de los mismos.

PUNTO No. 24 BARRIO LOS ARRAYANES (*Ver FOTOGRAFIA No. 7.16*).

Construcciones cerca de la corona y de la pata de un talud alto en material de depósito.

Dejar una franja de 1H+7 m entre el talud y la primera construcción. Colocar bombeo en la corona, hacia una cuneta de coronación ubicada afuera del talud. En la pata colocar cuneta y conducir las aguas de escorrentía al alcantarillado pluvial.



FOTOGRAFIA No. 7.16
LOCALIZACION: Barrio Arrayanes.
DESCRIPCIÓN: Talud de corte en secuencia de paleosuelo con limos arenosos y en la parte baja suelos de arcillolitas de la formación Bogotá.

En un sector del barrio, junto a una quebrada, se encuentra un talud alto, cerca de la concentración escolar. Este talud ha sido escalonado y se ha mantenido revegetalizado, por lo que se conserva estable.

Se debe intensificar la revegetalización y colocar cunetas en la corona y en las bermas intermedias: además, se debe controlar la escorrentía superficial de la vía de acceso.

PUNTO No. 25 BARRIO BRAZUELOS (*Ver FOTOGRAFIA No. 7.17*).

Talud en un depósito fluvio-glaciar sobre areniscas de la formación Usme con presencia grandes bloques.

Perfilar y revegetalizar talud, eliminando los bloques. Se deben prohibir las construcciones en la corona del talud en una distancia de H + 7m donde H es la altura del talud.



FOTOGRAFIA No. 7.17
LOCALIZACION: Barrio Brazuelos.
DESCRIPCIÓN: Depósito fluvioglaciar sobre las areniscas de la formación Usme. Se observan grandes bloques próximos a caerse

PUNTO No. 26 BARRIO EL PORTAL DEL DIVINO.

Este barrio fué construído en su mayor parte en una zona de pendiente transversal muy alta. El inconveniente se genera por el manejo de aguas de escorrentía, que por la pendiente, genera erosión y forma cárcavas en la roca, principalmente en la arcillolita. Otro aspecto a tener en cuenta es la excavación que ser tiene que hacer para nivelar el área de construcción, dejando en algunos casos sin soporte a la vivienda contigua al lado de arriba.

Como solución, se deben construir cunetas revestidas escalonadas y crear un buen sistema de drenaje para evitar la erosión. Para hacer excavaciones, se deberá tener en cuenta el nivel de cimentación de la casa vecina y tomar las medidas necesarias para no dejarlas sin soporte.

PUNTO No. 27 BARRIO BUENOS AIRES.

En este barrio, Se encuentra una casa cuya cimentación es superficial, por el paso de la vía, uno de los costados, ha quedado sobre un talud de 1.50 m. de altura, poniendo en riesgo la vivienda.

Se debe mejorar la cimentación de la casa en el costado afectado para que no quede dependiendo de la estabilidad del talud.

Una solución, es colocar postes de concreto de 2.0 m de altura enterrados 0.50 m, separados un metro en una longitud de 8 m. considerando la colocación en escuadra. Los postes se colocarán al nivel del andén en el sitio en donde quedaría un supuesto sardinel de la vía.

PUNTO No. 28 BARRIO DOÑA LILIANA.

Barrio ubicado en zona de alta pendiente, en la actualidad no está densamente poblado y el talud está bien empradizado, por lo que se mantiene estable.

Cuando la densidad de viviendas aumente, se hace necesario controlar las aguas de escorrentía, con cunetas revestidas, escalonadas y estructruras de disipación de energía. Las excavaciones deben hacerse cuidadosamente, sin afectar las construcciones vecinas y no mantenerlas abiertas por más de tres días. Las zonas despobladas, deberán mantenerse revegetalizadas.

PUNTO No. 29 SECTOR ALEDAÑO AL RÍO TUNJUELO AL FRENTE DEL DESLIZAMIENTO DE DOÑA JUANA. (*Ver FOTOGRAFIAS Nos. 7.18 A 7.21*).

El sector contiguo al nuevo curso del río Tunjuelo, en su margen derecha, presenta condiciones de estabilidad difíciles. *(Ver FOTOGRAFIAS Nos.7.18 y 7.19)* En la actualidad presenta reptación y ha empezado a mover los gaviones de pata que se colocaron como protección a la socavación del río. Es de anotar además, que el río ha venido socavando fuertemente por la pendiente y caudales altos.(*Ver FOTOGRAFIA No. 7.19*).



FOTOGRAFIA No. 7. 18
UBICACION: Vista aguas abajo del nuevo canal del río Tunjuelo
DESCRIPCION : En el sector de muro de gaviones. Se presenta erosión, y los gaviones han empezado a presentar abombamiento.



FOTOGRAFIA No. 7.19
UBICACION : Vista aguas abajo del nuevo canal del río Tunjuelo.
DESCRIPCION: En el sector frente a la llegada del antiguo cauce. Se observa la erosión en los taludes y la turbulencia del agua, que genera socavación.

El fenómeno puede complicarse, por las épocas de lluvia que se están pasando y por lo que significa el hecho de tenerse un nuevo taponamiento del río.(*Ver FOTOGRAFIAS Nos. 7.20 Y 7.21*).



FOTOGRAFIA No. 7.20
UBICACION: Vista aguas arriba del nuevo canal del río Tunjuelo.
DESCRIPCION: En el sector frente al deslizamiento de basuras del relleno sanitario de Doña Juana. Se observa la erosión de los taludes, la turbulencia de las aguas y al fondo, parte del represamiento del río.

Una posible solución es reforzar los gaviones, colocar filtros entre el terreno natural y el muro de gaviones, remover el material que está empujando el muro y hacer nuevas bermas, las cuales deben estar convenientemente compactadas, colocando drenajes en ellas, zanjas de coronación mediante cunetas revestidas en sacos de suelo-cemento. Estas zanjas de coronación, deben sacar toda el agua de la zona en movimiento. Adicionalmente, debe pensarse en colocar subdrenes en la corona de los taludes que lleguen al contacto, para interceptar las aguas infiltradas.

Es necesario hacer un estudio más detallado y minucioso del problema por la importancia que este sector reviste para la ciudad.

Las obras de control deberán hacerse lo más rápidamente posible.



FOTOGRAFIA No. 7.21
UBICACION: Vista aguas arriba del nuevo canal del río Tunjuelo.
DESCRIPCION: Cerca al taponamiento generado por el deslizamiento de las basuras del relleno sanitario de Doña Juana. Se observa en primer lugar, el talud hecho sobre materiales blandos de depósito, los materiales del relleno y al fono el represamiento del río**.**

CAPITULO 7

TABLA DE CONTENIDO

CAPITULO 7. MITIGACIÓN Y RECOMENDACIONES. 98

7.1. INTRODUCCIÓN. 98

7.2 METODOLOGÍA. 98

7.3 DEFINICIÓN DE PUNTOS DE INTERÉS Y ELABORACIÓN DEL ESTUDIO GEOTÉCNICO DETALLADO. 99

7.4 MEDIDAS DE MITIGACIÓN Y CONTROL. 100

7.4.1 Medidas preventivas. 100

7.4.1.1 Áreas no apropiadas para urbanizar. 101

7.4.1.2 Dotar a la comunidad de servicios públicos. 104

7.4.1.3 Control de escorrentía superficial. 104

7.4.2 Medidas correctivas. 104

7.4.2.1 Rondas de las quebradas. 117

7.4.2.2. Taludes hechos por el hombre. 120

8. CONCLUSIONES GENERALES

El mapa de amenaza producto de este estudio debe manejarse con cuidado para las áreas que quedarán fuera de los 101 Barrios objeto de la contratación de este proyecto. Lo anterior debido a que la mayoría de las amenazas se disparan por las actividades relacionadas con las construcciones o la explotación de materiales. Es decir que para tener un mapa de amenaza que cubra en un 100% la Localidad de Usme se debe recorrer los barrios en su totalidad. También debe tenerse en cuenta la dinámica de urbanización, lo cual origina cambios en el nivel de amenaza y así podemos tener en menos de seis meses que: un nivel de amenaza baja pase a media o de media a alta.

1. Intrínsecamente un gran porcentaje de los diferentes tipos de materiales existentes en el área tienen una resistencia media a alta. Lo anterior implica que los factores naturales físicos no son los que más influyen en el origen de los fenómenos de remoción en masa.

2. Otro factor que tampoco incide mucho en la inestabilidad es el climatológico, porque la cantidad de lluvia y su distribución anual en el sector de la localidad de Usme, no son críticos y normalmente no mantienen saturados los diferentes materiales.

3. La pendiente transversal juega un papel importante en la presencia de los fenómenos de remoción en masa, pero tampoco es el factor más importante, originador del fenómeno.

4. El factor antrópico es el principal parámetro en preparar y desencadenar los fenómenos de inestabilidad.

   Se destaca la falta de una técnica apropiada para las construcciones, además los sitios donde se construye generalmente carecen de un buen manejo de las aguas lluvias, así como de las aguas residuales.

   Dentro del aspecto antrópico, se deben incluir los servicios básicos ilegales, específicamente el agua para consumo humano que es transportada por medio de mangueras, muchas de las cuales están rotas, permitiendo así la saturación del material o la transmisión de la presión hidrostática de la conducción cuando están enterradas en laderas de alta pendiente.

6. El sistema de información geográfica ha sido una herramienta muy útil para la generación del mapa de amenaza por la facilidad con que se pudo combinar y analizar toda la información temática utilizada.

7. Las áreas de amenaza muy alta cubren al menos el 1% del área, mientras que las de amenaza alta llegan hasta el 5%. En conclusión el porcentaje de áreas estables es alto.

8. A causa del desastre en el relleno sanitario de doña Juana, el río Tunjuelo se represó. Este hecho creó la necesidad de un abrir un canal que evacuara el agua represada y diera continuidad al flujo del río. Este canal y el represamiento han originado cambios en la dinámica del río, lo cual afecta el régimen socavación principalmente aguas arriba del taponamiento, lo cual tiene incidencia en la susceptibilidad a los fenómenos de inestabilidad a lo largo del cauce.

9. En las zonas de riesgo alto mitigable, las medidas propuestas deben realizarse a un plazo inmediato porque de lo contrario podrían ocurrir grandes perdidas materiales y humanos en estos sitios.

10. La probabilidad de la ocurrencia de falla del terreno se verá disminuida en algunos sitios, al realizarse el plan diseñado por el área técnica de la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá (EAAB). Las obras de alcantarillado que se ejecutan o ejecutarán en los barrios Monte Blanco, Danubio azul, Alaska, San Juan de Usme, el Bosque, San Felipe, Alto de los Pinos, Sierra Morena, Casa loma, Esperanza Sur, Rosal, Mirador, Yomasita, San Isidro, Compostela I y II, La Fiscala norte, El Nevado, La alborada, La Reforma y Villa Diana, disminuirán la probabilidad de ocurrencia de fenómenos de inestabilidad y de la erosión hídrica superficial.

    Las obras para los acueductos de Brazuelos, Esmeralda, Manantial, El Montiño, El Oasis y el interceptor Yomasa-Alfonso Lopez, también disminuirán la probabilidad de falla.

11. Como el riesgo en estas zonas de estudio presenta un carácter dinámico y el factor de mayor impacto es el antrópico, el escenario de riesgo presentado actualmente es susceptible a sufrir cambios a un corto plazo, por eso debe actualizarse en forma constante.

12. La vulnerabilidad general de la Localidad de Usme es alta debido principalmente a sus condiciones socioeconómicas. Si se quiere reducir dicho grado de vulnerabilidad se deben mejorar los siguientes aspectos:

    Servicios básicos.
    Nivel de educación.
    Disminución del desempleo.
    Aumento en la obtención de ingresos por familia.
    Organización comunitaria.

CAPITULO 8

TABLA DE CONTENIDO

8. CONCLUSIONES GENERALES. _____ 128

9.RECOMENDACIONES GENERALES

Además de las recomendaciones particulares localizadas en el CAPITULO 7, en el presente capítulo se presentan las recomendaciones para todo el área de la localidad de Usme, espacializándolas en un mapa a escala 1:10.000.

Las siguientes recomendaciones tienen como base los resultados de los estudios interdisciplinarios realizados para cumplir los objetivos y el alcance del presente estudio, además de tener en cuenta el aspecto ambiental integrado (Componente abiótico, biótico y socioeconómico-cultural).

En el mapa se espacializan las 10 recomendaciones generales que a continuación se describen:

1. ***Zona de parque natural.*** Señalada con color verde claro en el mapa, corresponde al parque Entrenubes. Se recomienda no dejar dos sectores separados y unir en una sola franja este parque; por lo tanto, se debe adicionar el sector comprendido entre las quebradas Boloña y Santa Librada.

2. ***Zonas aptas para urbanizar.*** Señalada con color verde oliva en el mapa. De acuerdo con la zonificación de amenaza y a la factibilidad ambiental, se proponen áreas que pueden ser urbanizadas en una forma técnica.

3. ***Zona de protección hídrica.*** Señalada en el mapa con color azul claro. Indica las áreas que deben protegerse por ser zonas de recarga o de nacimientos de quebradas.

4. ***Zonas verdes.*** Señalada en el mapa con color verde manzana. Estas zonas se proponen en áreas de amenaza alta y muy alta, las cuales no son aptas para asentamientos humanos pero si pueden ser usados como parques.

5. ***Zonas de explotación minera:*** Se utilizó el color amarillo rojizo para señalar todas las áreas que están en explotación más las áreas a explotar. Cuando se terminen las actividades de explotación se deben recuperar estas zonas y dejarlas como zonas verdes. No se recomienda urbanizar.

6. ***Zonas necesitadas de servicios.*** Estas áreas se identifican por el color amarillo y agrupan los barrios que necesitan que se les suministre los servicios básicos, especialmente: acueducto, alcantarillado y recolección de basuras, en el futuro más cercano posible.

7. ***Zonas para recuperar.*** Señaladas por el color naranja. Se encuentran las áreas que deben ser recuperadas como: las rondas de los cuerpos de agua, los cinturones alrededor de las

canteras, rellenos técnicamente mal conformados y taludes. Se propone en estas zonas revegetalizar, empradizar y donde sea necesario, hacer las obras de contención necesarias, así como dejar la franja de seguridad.

8. ***Zonas urbanizadas.*** Las áreas en color blanco señalan todas las urbanizaciones consolidadas y con los servicios básicos completos. Se recomienda el monitoreo y mantenimiento del acueducto y alcantarillado.

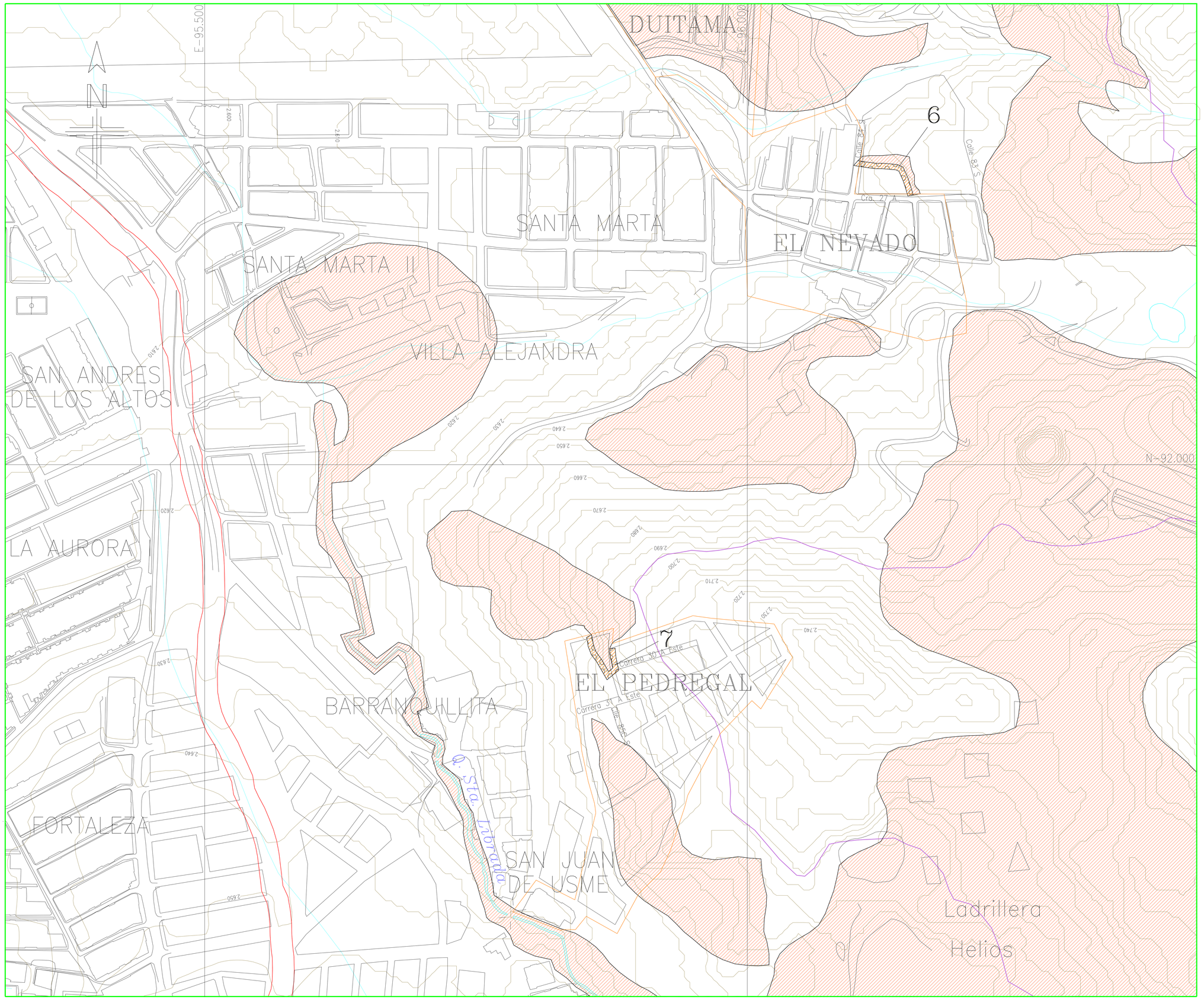
9. ***Zonas de cultivos.*** Areas aptas para uso agrosilvopastoril de acuerdo con las características edafológicas y geotécnicas que presentan.

10. ***Zonas en conflicto de uso.*** Son las áreas en donde el terreno está siendo usado en la forma menos apropiada y se necesita cambiar lo más pronto posible su uso. Actualmente hay áreas en explotación dentro de la zona del parque natural Entrenubes y es necesario suspender dicha actividad y recuperar ambientalmente estas áreas. Las urbanizaciones que ese están desarrollando en antiguas zonas de cantera deben ser suspendidas hasta que halla una recuperación de los taludes y de marcación de áreas de seguridad.

CAPITULO 9

TABLA DE CONTENIDO

9.RECOMENDACIONES GENERALES _____ *131*



CONVENCIONES

- MANZANA
- QUEBRADA
- CURVA DE NIVEL
- LIMITE PARQUE ENTRENUBES
- LIMITE DE BARRIO EN ESTUDIO

LEYENDA

- PROBABILIDAD DE FALLA 50% – 85%
- ZONA DE AFECTACION POR LA AMENAZA
- ZONA DE RIESGO ALTO

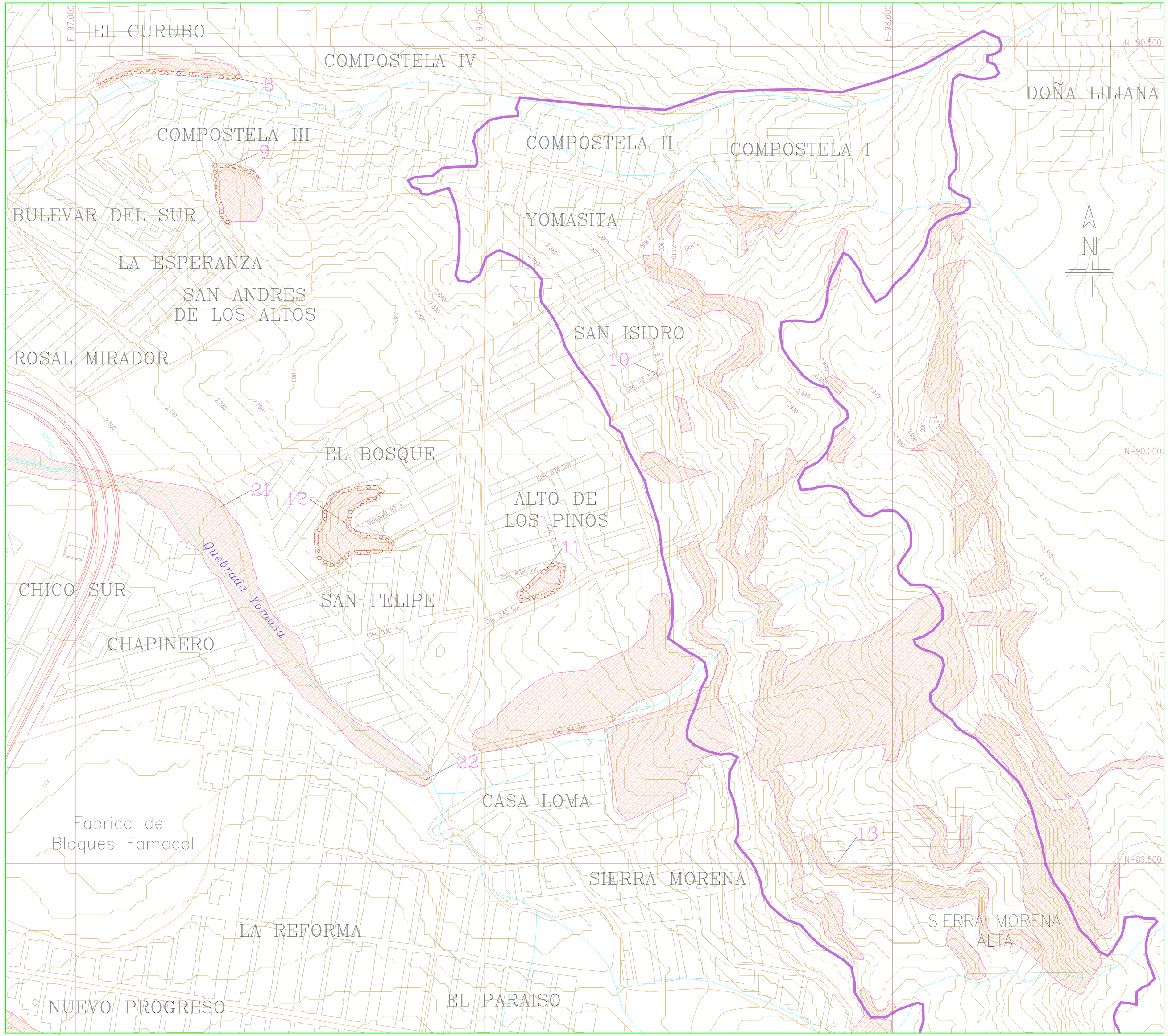
UPES UNIDAD DE PREVENCION Y ATENCION DE EMERGENCIAS DE SANTAFE DE BOGOTA
FONDO PARA LA PREVENCION Y ATENCION DE EMERGENCIAS DE SANTAFE DE BOGOTA FOPAE

INVESTIGACIONES GEOTECNICAS LTDA
ESTUDIOS AMBIENTALES & SIG

ZONIFICACION DE RIESGO POR MOVIMIENTOS DE REMOCION EN MASA EN 101 BARRIOS DE LA LOCALIDAD DE USME

AREA DE AFECTACION POR LA AMENAZA Y CLASES DE RIESGO SECTORES EL NEVADO – EL PEDREGAL

ESCALA:	FECHA:	FIGURA No.
1 : 5.000	MAYO 1998	6.2
DIGITALIZO: J. F. PARRA	ARCHIVO: USME	REV. 01



CONVENCIONES

- MANZANA
- QUEBRADA
- CURVA DE NIVEL
- LIMITE PARQUE ENTRENUBES
- LIMITE DE BARRIO EN ESTUDIO

LEYENDA

- PROBABILIDAD DE FALLA 50% – 85%
- ZONA DE AFECTACION POR LA AMENAZA
- ZONA DE RIESGO ALTO

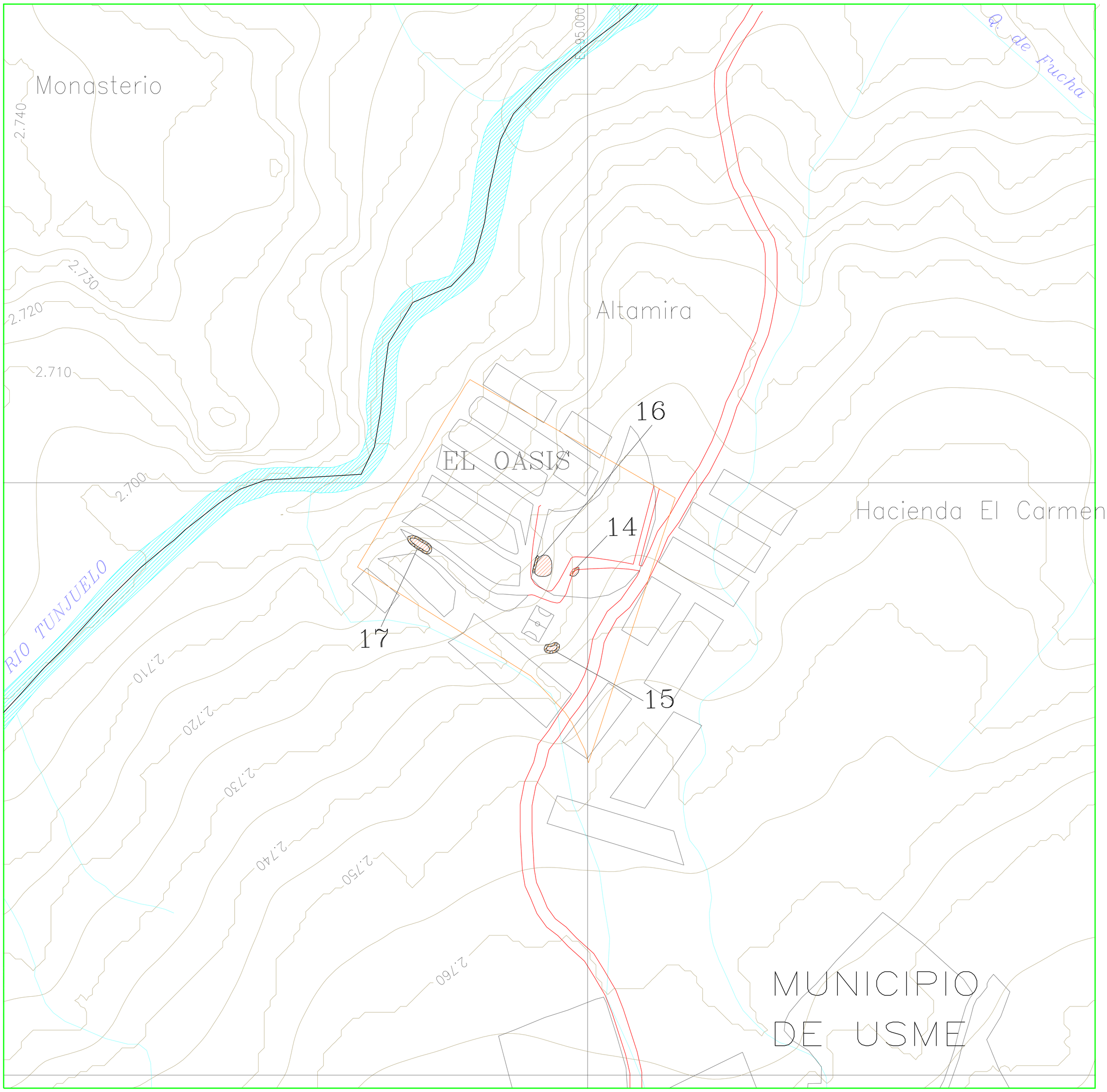
UPES UNIDAD DE PREVENCION Y ATENCION DE EMERGENCIAS DE SANTAFE DE BOGOTA
FONDO PARA LA PREVENCION Y ATENCION DE EMERGENCIAS DE SANTAFE DE BOGOTA FOPAE

INVESTIGACIONES GEOTECNICAS LTDA
ESTUDIOS AMBIENTALES & SIG

ZONIFICACION DE RIESGO POR MOVIMIENTOS DE REMOCION EN MASA EN 101 BARRIOS DE LA LOCALIDAD DE USME

AREA DE AFECTACION POR LA AMENAZA Y CLASES DE RIESGO SECTORES EL CURUBO–COMPOSTELA III–YOMASITA ALTOS DE LOS PINOS–SIERRA MORENA

ESCALA:	FECHA:	FIGURA No.
1 : 5.000	MAYO 1998	6.3
DIGITALIZO: J. F. PARRA	ARCHIVO: USME	REV.



LEYENDA

PROBABILIDAD DE FALLA 50 – 85%

ZONA DE AFECTACION POR LA AMENAZA

ZONA DE RIESGO ALTO

CONVENCIONES

MANZANA

QUEBRADA

CURVA DE NIVEL

LIMITE AREA DE ESTUDIO

LIMITE DE BARRIO EN ESTUDIO

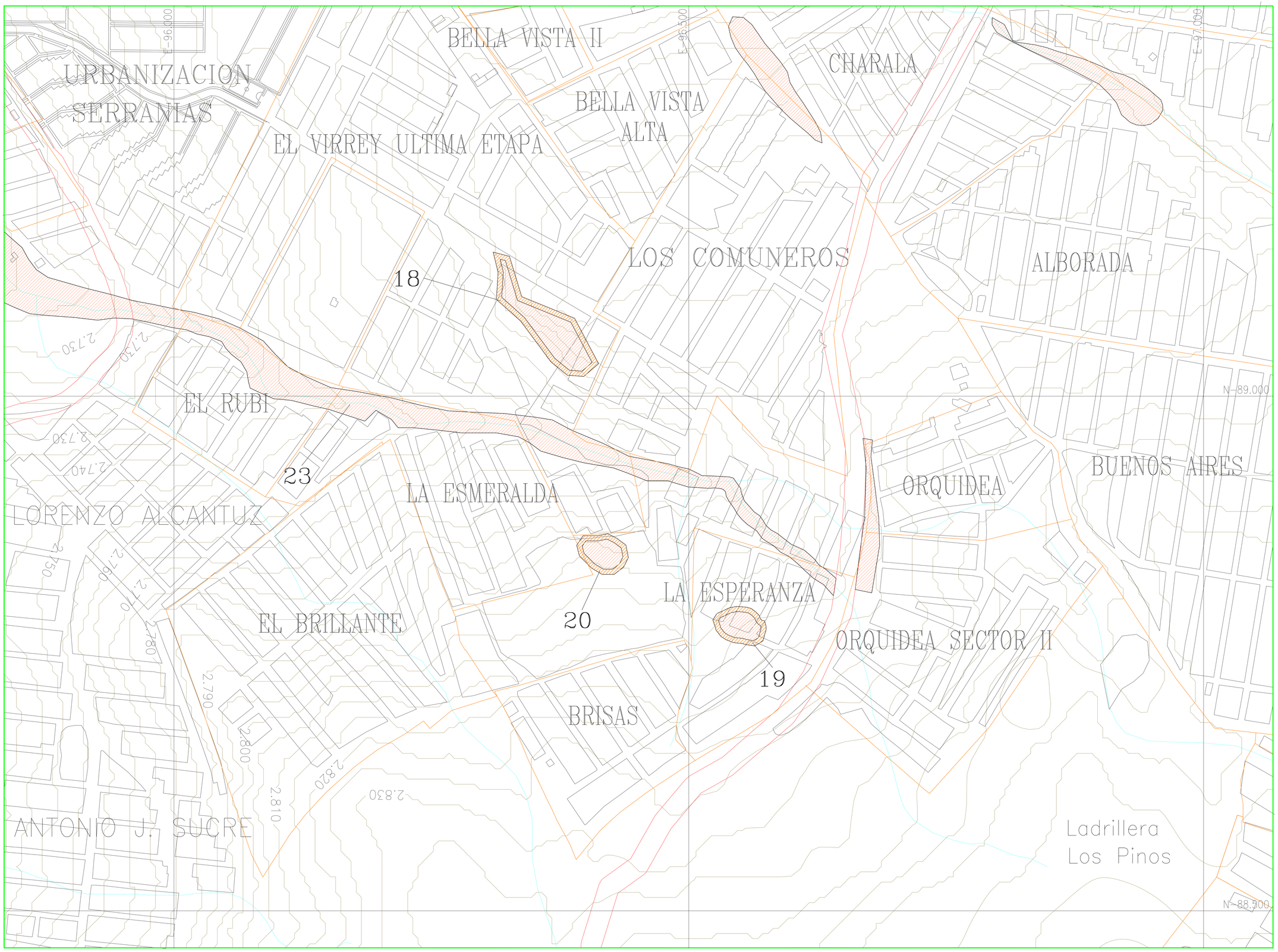
UPES UNIDAD DE PREVENCION Y ATENCION DE EMERGENCIAS DE SANTAFE DE BOGOTA
FONDO PARA LA PREVENCION Y ATENCION DE EMERGENCIAS DE SANTAFE DE BOGOTA FOPAE

INVESTIGACIONES GEOTECNICAS LTDA
ESTUDIOS AMBIENTALES & SIG

ZONIFICACION DE RIESGO POR MOVIMIENTOS DE REMOCION EN MASA EN 101 BARRIOS DE LA LOCALIDAD DE USME

AREA DE AFECTACION POR LA AMENAZA Y CLASE DE RIESGO SECTOR DEL OASIS

ESCALA:	FECHA:	FIGURA No.
1 : 5.000	MAYO 1998	6.4
DIGITALIZO: J. F. PARRA	ARCHIVO: USME	REV.



CONVENCIONES

- MANZANA
- QUEBRADA
- CURVA DE NIVEL

LEYENDA

- PROBABILIDAD DE FALLA 50 – 85%
- ZONA DE AFECTACION POR LA AMENAZA
- ZONA DE RIESGO ALTO

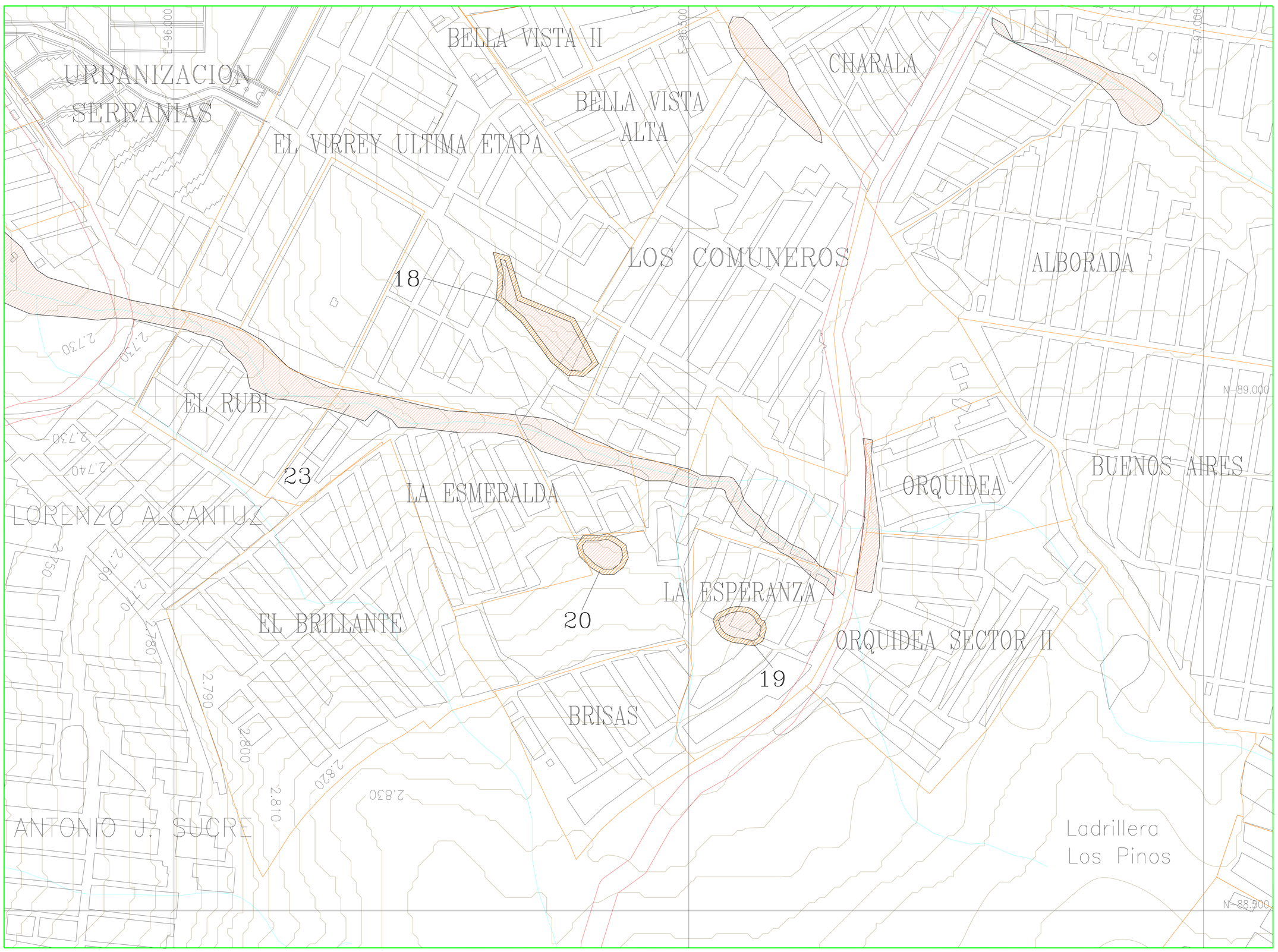
UPES UNIDAD DE PREVENCION Y ATENCION DE EMERGENCIAS DE SANTAFE DE BOGOTA
FONDO PARA PREVENCION Y ATENCION DE EMERGENCIAS DE SANTAFE DE BOGOTA FOPAE

INVESTIGACIONES GEOTECNICAS LTDA
ESTUDIOS AMBIENTALES & SIG

ZONIFICACION DE RIESGO POR MOVIMIENTOS DE REMOCION EN MASA EN 101 BARRIOS DE LA LOCALIDAD DE USME

AREA DE AFECTACION POR LA AMENAZA Y CLASE DE RIESGO SECTORES DE EL VIRREY ULTIMA ETAPA–LA ESMERALDA–LA ESPERANZA

ESCALA:	FECHA:	FIGURA No.
1 : 5.000	ABRIL1998	6.5
DIGITALIZO:	ARCHIVO:	REV.
J. F. PARRA	USME	0



CONVENCIONES

- MANZANA
- QUEBRADA
- CURVA DE NIVEL

LEYENDA

- PROBABILIDAD DE FALLA 50 – 85%
- ZONA DE AFECTACION POR LA AMENAZA
- ZONA DE RIESGO ALTO

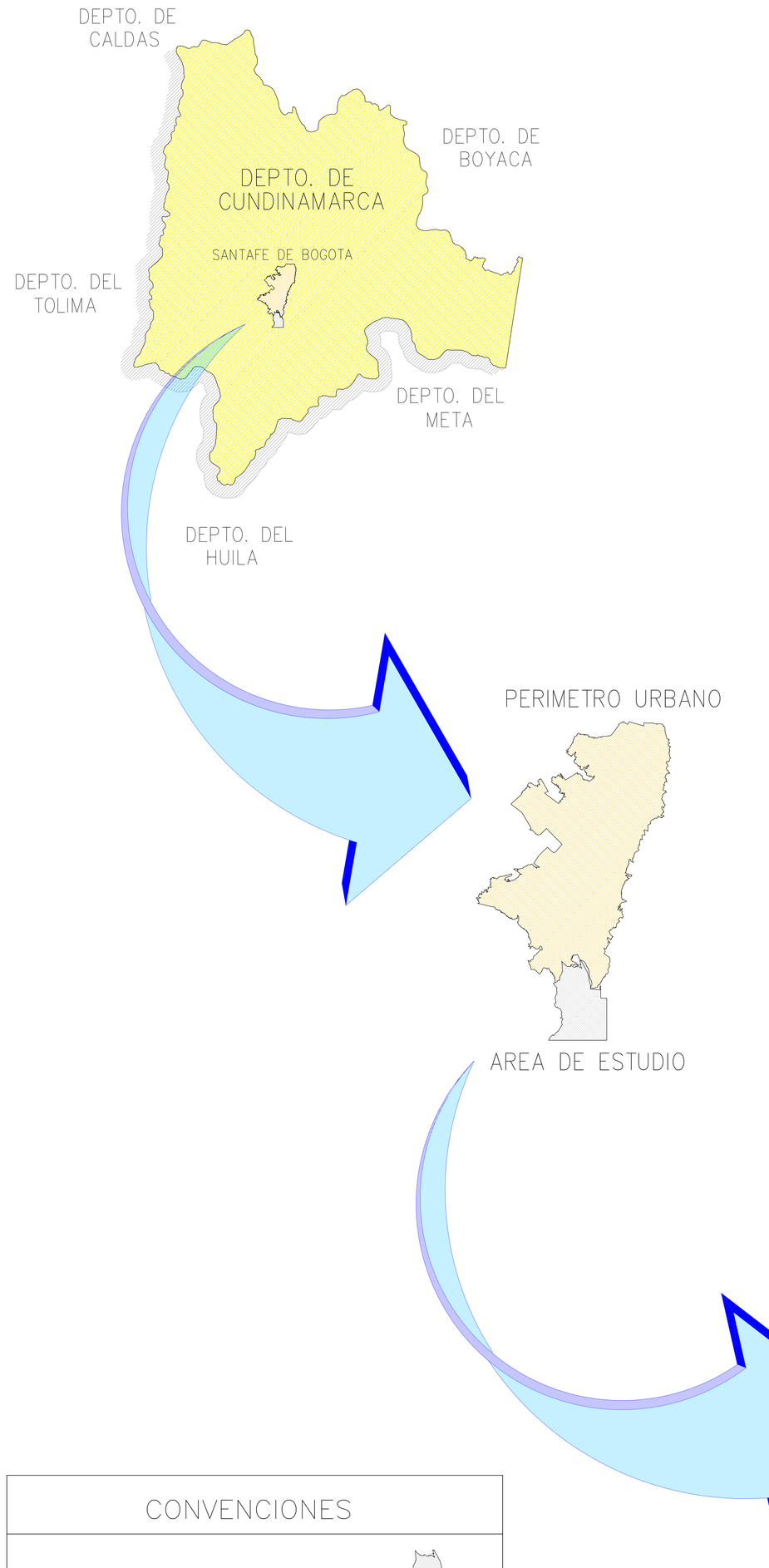
UPES UNIDAD DE PREVENCION Y ATENCION DE EMERGENCIAS DE SANTAFE DE BOGOTA
FONDO PARA PREVENCION Y ATENCION DE EMERGENCIAS DE SANTAFE DE BOGOTA FOPAE

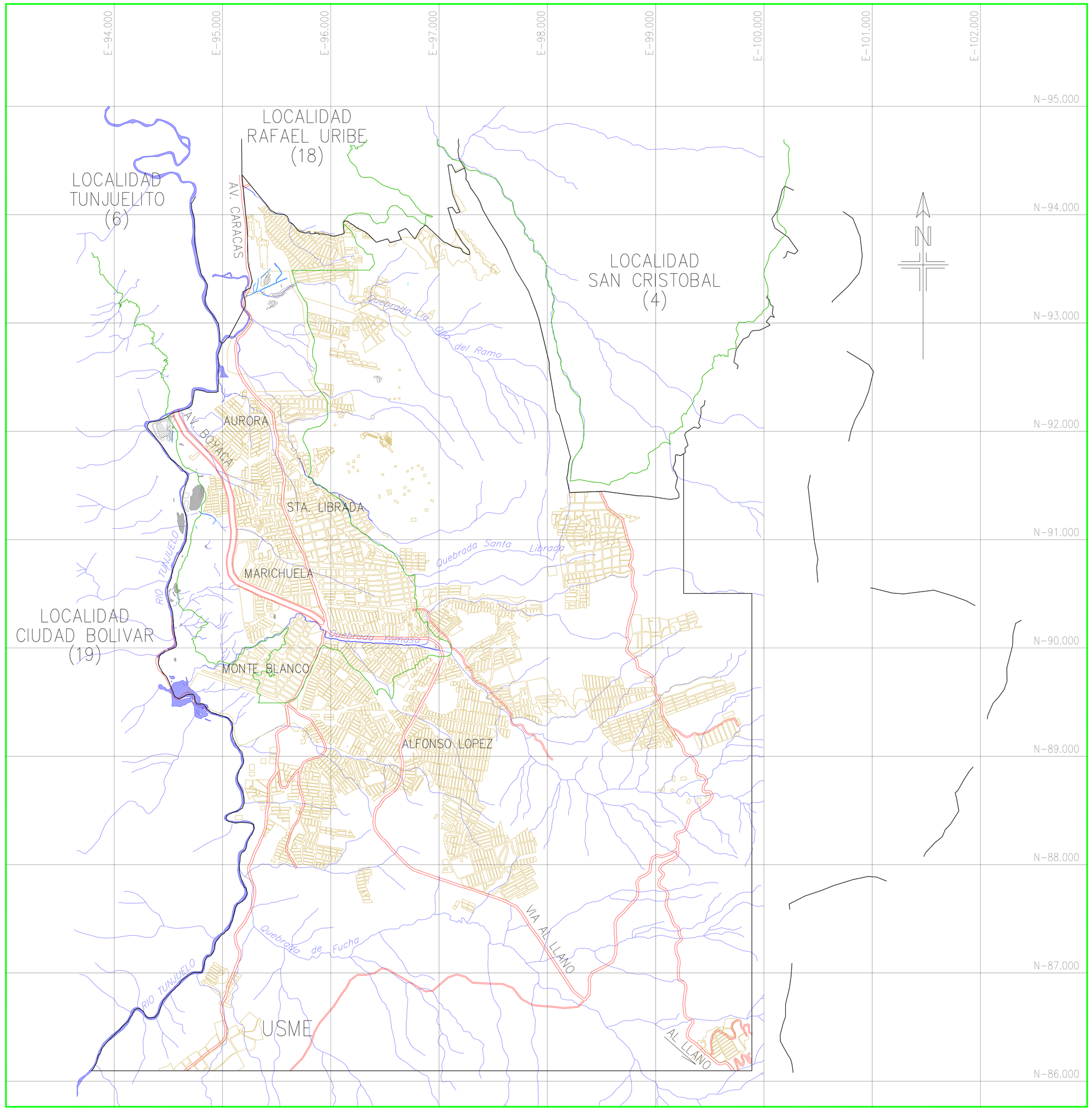
INVESTIGACIONES GEOTECNICAS LTDA
ESTUDIOS AMBIENTALES & SIG

ZONIFICACION DE RIESGO POR MOVIMIENTOS DE REMOCION EN MASA EN 101 BARRIOS DE LA LOCALIDAD DE USME

AREA DE AFECTACION POR LA AMENAZA Y CLASE DE RIESGO SECTORES DE EL VIRREY ULTIMA ETAPA–LA ESMERALDA–LA ESPERANZA

ESCALA:	FECHA:	FIGURA No.
1 : 5.000	ABRIL1998	6.5
DIGITALIZO:	ARCHIVO:	REV.
J. F. PARRA	USME	0





CONVENCIONES

- AREA DE ESTUDIO
- RIOS
- CUERPOS DE AGUA
- PANTANOS
- PERIMETRO URBANO DE BOGOTA
- LIMITE LOCALIDAD DE USME
- VIAS
- LIMITE DE MANZANAS

Escala 1:50.000

0 m. 1.000 m. 2.000 m.

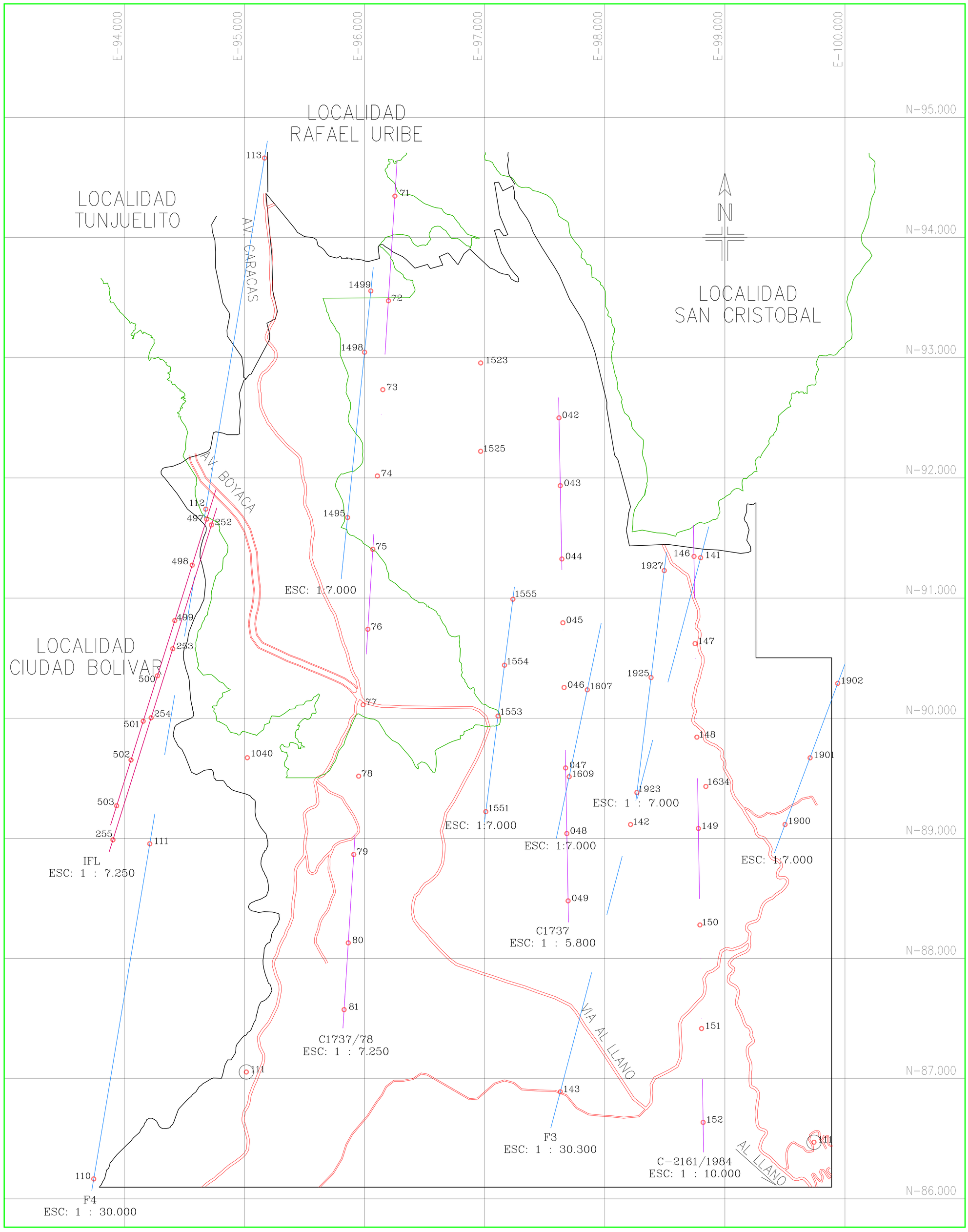
UPES UNIDAD DE PREVENCION Y ATENCION DE EMERGENCIAS PARA SANTAFE DE BOGOTA
FONDO DE PREVENCION Y ATENCION DE EMERGENCIAS PARA SANTAFE DE BOGOTA FOPAE

INVESTIGACIONES GEOTECNICAS LTDA
ESTUDIOS AMBIENTALES & SIG

ZONIFICACION DE RIESGO POR MOVIMIENTOS DE REMOCION EN MASA EN 101 BARRIOS DE LA LOCALIDAD DE USME

LOCALIZACION GENERAL DEL AREA DE ESTUDIO

ESCALA: INDICADA	FECHA: ENERO 1998	FIGURA No. 2.1
DIGITALIZO: J. F. PARRA	ARCHIVO: USME	REV. 002



CONVENCIONES

AREA DE ESTUDIO

PERIMETRO URBANO DE BOGOTA

LIMITE LOCALIDAD DE USME

VUELOS IGAC

VUELOS SADEC

VUELOS IFL

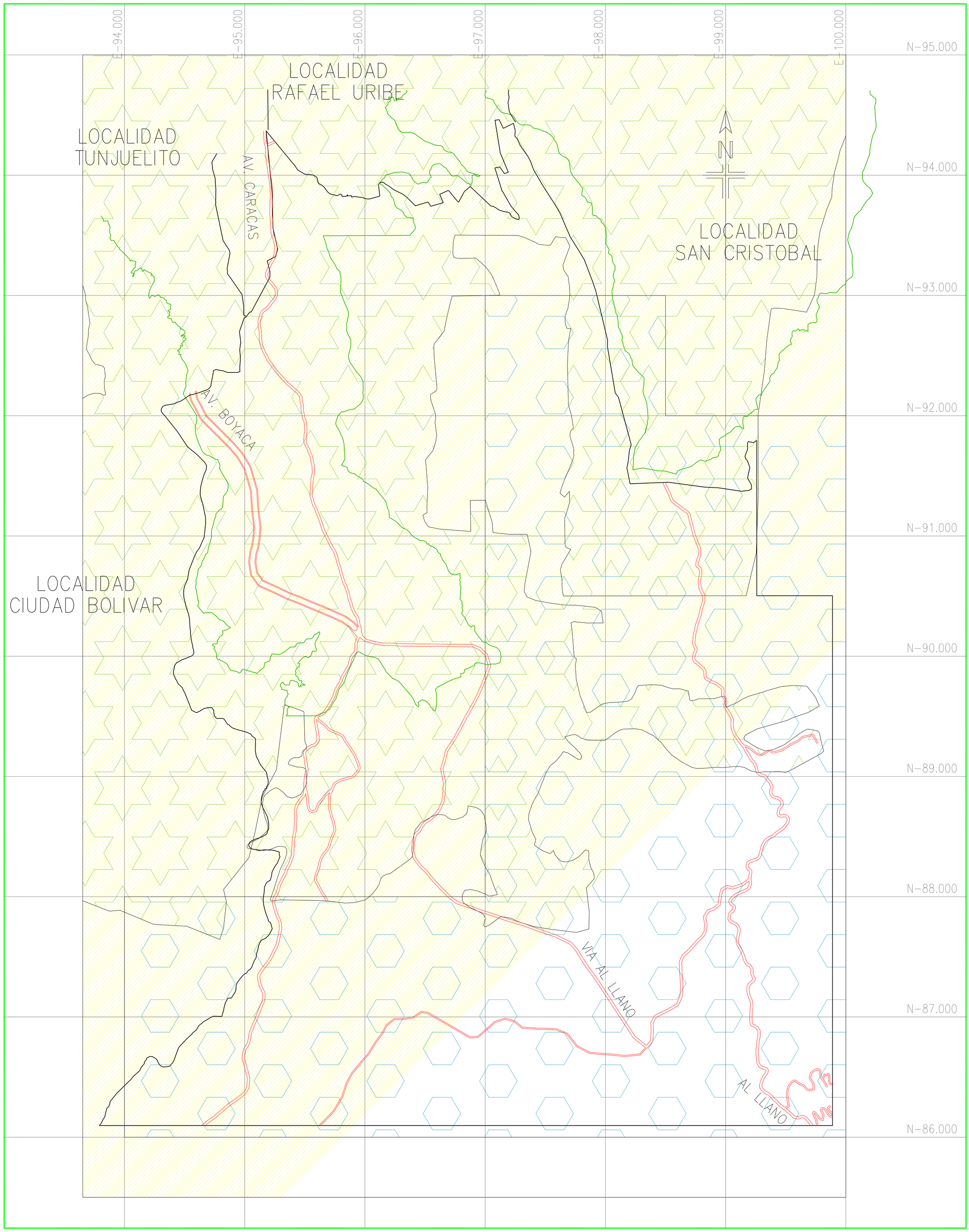
UPES UNIDAD DE PREVENCION Y ATENCION DE EMERGENCIAS PARA SANTAFE DE BOGOTA
FONDO DE PREVENCION Y ATENCION DE EMERGENCIAS PARA SANTAFE DE BOGOTA FOPAE

INVESTIGACIONES GEOTECNICAS LTDA
ESTUDIOS AMBIENTALES & SIG

ZONIFICACION DE RIESGO POR MOVIMIENTOS DE REMOCION EN MASA EN 101 BARRIOS DE LA LOCALIDAD DE USME

INDICE DE VUELOS

ESCALA: 1 : 50.000	FECHA: ABRIL 1998	FIGURA No. 2.4
DIGITALIZO: J. F. PARRA	ARCHIVO: USME	REV. 001



CONVENCIONES

AREA DE ESTUDIO

MAPA DIGITAL DEL CATASTRO DISTRITAL

AREA PLANCHAS DIGITALIZADAS EN IGL
PLANCHAS IGAC ESC: 1 : 10.000

AREA PLANCHAS DIGITALIZADAS EN IGL
PLANCHAS IGAC ESC: 1 : 2.000

PERIMETRO URBANO DE BOGOTA

LIMITE LOCALIDAD DE USME

UPES UNIDAD DE PREVENCION Y ATENCION DE EMERGENCIAS PARA SANTAFE DE BOGOTA
FONDO DE PREVENCION Y ATENCION DE EMERGENCIAS PARA SANTAFE DE BOGOTA FOPAE

INVESTIGACIONES GEOTECNICAS LTDA
ESTUDIOS AMBIENTALES & SIG

ZONIFICACION DE RIESGO POR MOVIMIENTOS DE REMOCION EN MASA EN 101 BARRIOS DE LA LOCALIDAD DE USME

CARTOGRAFIA UTILIZADA

ESCALA: 1 : 50.000	FECHA: ABRIL 1998	FIGURA No. 2.3
DIGITALIZO: J. F. PARRA	ARCHIVO: USME	REV. 002